

Nr 123 · 1975

Die Kiefernringenwanze, *Aradus cinnamomeus* Panz. (Hemiptera — Heteroptera)

Ein Beitrag zur Kenntnis der
Lebensweise und der forstlichen
Bedeutung

Tallbarkstinkflyet Aradus cinnamomeus Panz.
(Hemiptera — Heteroptera)

*Bidrag till kännedomen om dess levnadssätt och
skogliga betydelse*

LEO BRAMMANIS †

Abstract

ODC 145.7×14: 453 *Aradus cinnamomeus*

This monograph on the pine bark bug Aradus cinnamomeus is the result of many years' research work in Scandinavia and other countries. The author gives a historical survey of the places of discovery of this insect, which, not so long ago, was hardly regarded as harmful in the West-European countries. The damage is done by sucking out the cell juice of young pine trees which causes deformity and destruction of the vessels. The damage done by the insect has been explained by means of experimental work and observations. This insect is only to be found on Scots pine and larch. It prefers clean, dry, and warm places and likes pine cultures on light soil. The thick, shadowy, and mixed cultures are only attacked at the edges. The consequences of the appearance of the insect depend mainly upon the size of the insect population and the age of the tree. The chances for 6—10-year-old pines to endure an attack are very small. The necessary prophylactic measure to be taken is to plant the cultures with closer planting space. It is possible to achieve successful results in the control of this insect by fertilizing with nitrogen and also by using the insecticide lindan.

Ms received 1974-09-30

LiberFörlag/Allmänna Förlaget

ISBN 91-38-02369-5

Berlingska Boktryckeriet, Lund 1975

Zum Andenken an meinen Lehrer

I. K. TARNANI

(1865—1930)

*Professor der Entomologie an dem Land- und forstwirtschaftlichen
Institut in Pulawy, Polen und Kharkov, Ukraine*

Föreliggande arbete "Die Kiefern-rindenwanze, *Aradus cinnamomeus* Panz." förelåg i tryckfärdigt skick vid skog. dr Leo Brammanis bortgång den 30 december 1974.

Vid det postuma utgivandet av arbetet har endast några mindre redaktionella justeringar gjorts i det ursprungliga manuskriptet.

Bertil Lekander

Als Dr. Leo Brammanis am 30. Dezember 1974 starb, lag diese Arbeit „Die Kiefern-rindenwanze, *Aradus cinnamomeus* Panz.“ druckfertig vor.

In dieser postumen Veröffentlichung der Arbeit sind einige kleinere redaktionelle Änderungen am ursprünglichen Manuskript vorgenommen worden.

Bertil Lekander

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	7	6.7 Auswanderung und Dispersion	28
2 Stellung im Insektensystem	8	6.8 Einfluss der Bestandesdichte	30
3 Geografische Verbreitung	9	6.9 Verteilung der Population auf dem Stamme und Populationsdichte	31
4 Geschichtliches über die forstliche Bedeutung der Kiefernrrindenwanze	10	7 Schaden	35
4.1 Ältere Angaben	10	7.1 Schadbild	35
4.2 Aradus-Problem in den osteuropäischen Ländern	10	7.2 Toxische Wirkung der Saugtätigkeit	40
4.3 Vorkommen in den westeuropäischen Ländern	12	7.3 Voraussetzungen für ein forstschädliches Auftreten	41
4.4 Vorkommen in den nordischen Ländern	13	7.4 Befallsempfindlichkeit der Kiefer	44
5 Morphologie	16	7.5 Populationsdynamische Untersuchungen	50
5.1 Imago	16	7.5.1 Ortsbeschreibung	50
5.2 Ei	18	7.5.2 Verfahren und Ergebnisse	51
5.3 Larve	18	7.6 Ortsangaben über das forstschädliche Auftreten der Kiefernrrindenwanze in Schweden	54
6 Biologie und Ökologie	20	8 Einfluss der Kiefernprovenienz	60
6.1 Migration im Frühjahr	20	9 Parasitet, Prädatoren und Krankheiten	61
6.2 Paarung	20	10 Bekämpfung	63
6.3 Eiablage und postembryonale Entwicklung	21	10.1 Waldbauliche Massnahmen	63
6.4 Generationsdauer und Zusammensetzung der Population	22	10.2 Düngung	64
6.5 Überwinterung	24	10.3 Chemische Bekämpfung	68
6.5.1 Phänologische Beobachtungen	24	10.4 Biologische Bekämpfung	69
6.5.2 Überwinterung in Südschweden	24	11 Literaturverzeichnis	71
6.5.3 Überwinterung in Nordschweden	25	12 Sammanfattning	76
6.6 Nahrungsbäume	27		

1 Einleitung

Die Kiefern-rindenwanze war längere Zeit ein sehr wenig beachteter Forstschädling. Einige ältere Angaben über deren forstliche Bedeutung (Pfeil/v. Fintelmann 1836, Altum 1881, Eckstein 1905 u.a.) wurden später in der Fachliteratur kaum erwähnt. In den zwanziger Jahren d.Jh. hat man in Polen, später auch in Russland, begonnen, das forstliche Verhalten dieser Wanze näher zu untersuchen. Es stellte sich bald heraus, dass *Aradus cinnamomeus* in vielen Orten zahlreich vorkommt und an Kiefern-jung-holz erhebliche Schäden anrichtet (Stravinski 1924—1925, Tropin 1949). In den übrigen europäischen Ländern hat man kein bemerkenswertes Auftreten des Schädlings beobachtet, und man hielt die Kiefern-rindenwanze für ein bedeutungsloses Forst-insekt.

Im Jahre 1962 wurde im nördlichsten Schweden an mehreren Orten ein horst-weise Verdorren von jungen Heidekiefern beobachtet (Ringselle 1962). Nach Besich-tigung an Ort und Stelle erwies sich, dass die verkümmerten Kiefern einem dauernden Angriff der Kiefern-rindenwanze ausgesetzt

worden waren. Durch eine Reihe von Unter-suchungen, die der Verfasser in folgenden Jahren in den nördlichen und auch anderen Waldgebieten, sowie in den Nachbarländern unternahm, erwies sich, dass die Kiefern-rindenwanze in Skandinavien allgemein vor-kommt. Ein Bericht aus Lettland über ein massenhaftes Auftreten der Wanze im Kie-fernnachwuchs längs der Küste des Meer-busens von Riga, veranlasste den Verfasser, schon im Jahre 1956 die Zustände auf Got-land zu untersuchen. Es stellte sich heraus, dass das Vorkommen dieses Schädlings auf den Kiefern der Insel eine äusserst allge-meine Erscheinung ist.

Der vorliegende Beitrag ist ein Versuch, die Kenntnisse über das forstliche Verhalten des in Westeuropa so wenig beachteten Forstschädlings zu erweitern¹.

¹ Die mehrjährigen Untersuchungen in Schwe-den und in anderen Ländern wurden durch die Unterstützung des staatlichen Forschungsrats für Forst- und Landwirtschaft, des Fonds für forstwirtschaftliche Forschung und des Aus-schusses „Nordiskt Kollegium för Terrester eko-logi“ an der Universität Lunds ermöglicht.

2 Stellung im Insektensystem

Die Kiefernrrindenwanze ist der Ordnung Wanzen (Hemiptera — Heteroptera) und der Familie *Aradidae* zugehörig. Diese besteht nur aus einer Gattung *Aradus* Fabr., die ihrerseits eine Anzahl Arten enthält.

Zu den Aradiden gehörten früher auch die nahen Verwandten *Dysodiidae*. Die Art beschrieb Panzer (1793) und fügte der Beschreibung eine Zeichnung des geflügelten Weibchens bei. Panzers Art wurde später von mehreren Systematikern unter verschiedenen Synonymnamen wiedergegeben, wie z.B. *Aradus leptopterus* (Germar 1837) und *Aradus albopunctatus* (Scholz 1847). Dufour (1845) beschrieb *A. cinnamomeus* als eine neue Art unter dem Namen *Aradus Perrisi*

(Arade de Perris). Die meisten *Aradus*-Arten leben auf Laubbäumen, vorzugsweise auf der Birke. *Cinnamomeus* ist die einzige bekannte Art, die auf Kiefer und deren Rassen, zuweilen auf Lärche, vorkommt, doch nicht auf anderen Nadelhölzern.

Flor (1860) beschreibt *A. cinnamomeus* in seinem Werk über Livlands Hemiptera unter dem Synonym *A. leptopterus* Germ. Fieber hat die Taxonomie von 20 *Aradus*-Arten bearbeitet, darunter *A. cinnamomeus* unter dem richtigen Namen. Einige taxonomische Angaben bezüglich *cinnamomeus* sind in den Arbeiten über Finnlands und Skandinaviens *Hemiptera* zu finden (Reuter 1882, 1884, 1885).

3 Geografische Verbreitung

Ältere faunistische Arbeiten enthalten auch einige geografische Angaben. Assmann (1854) erwähnt, dass *A. cinnamomeus* (= *albopunctatus*) an mehreren Orten in Schlesien vorkommt. Flor (1860) fügt zu diesen Angaben Bayern und Lüneburg, sowie Frankreich. Nach Fieber (1861) soll die Wanze auch in der Schweiz und in Italien vorkommen. Nach Angaben des finnischen Hemipterologen Reuter (1873) wurde *A. cinnamomeus* in Schweden auf der Insel Gotland und in Uppland gefunden (von Paykull). Ein anderer finnischer Forscher, J. Sahlberg (1881), erwähnt, dass die Art in Nordkarelien (bis 63°40') vorkommt, doch selten. In Reuters Schriften über Finnlands und Skandinaviens Hemipteren (1882, 1884, 1885) sind als neue Fundorte für Schweden Öland und Schonen (Skåne) angegeben worden. Nach Kiritschenko (1913) erstreckt sich das Vorkommen der Wanze ausserhalb des europäischen Russland bis Novosibirsk und Barnaul in Westsibirien. Nach neueren Angaben soll *A. cinnamomeus* im Altaj-Gebiet und in Transkaukasien häufig vorkommen (Arnoldi 1955, Mirzojan 1958). Im Kasachstan wurden 50 % aller Kiefernauflorungen durch die Wanze heimgesucht (Kolomijetj u.a. 1971). Am nördlichsten in Russland ist das Vorkommen der Kiefernrrindenwanze auf der Kolahalbinsel festgestellt worden (Stark 1933). Nach meinen eigenen Untersuchungen im nördlichsten Schweden und Finnland wurde ein sporadisches Auftreten der Kiefernrrindenwanze nördlich des 67° festgestellt. In Schweden wurden die nördlichsten Funde im Heidegebiet von Muodoslompolo notiert. Man dürfte annehmen, dass eine weitere Verbreitung der Wanze

in der nördlichsten Spitze des Landes (nördlich von Karesuando) durch ungünstige Vegetationsverhältnisse verhindert wurde. Einen Beweis ergaben Untersuchungen in Finnland. Dort erstrecken sich umfangreiche trockene reine Kiefernheiden weit nördlicher als der 68°.

Trotz scheinbar guter Nahrungsbedingungen ist in diesen Ödegebieten kein Vorkommen von *A. cinnamomeus* zu verzeichnen. Zweifellos ist das karge Klima ein Hindernis für die Ausbreitung. In Finnlands Lappland machte der Verf. die nördlichsten Funde in der Gegend von Sodankylä. Lindberg (1945) versuchte, die horizontale und vertikale Verbreitung von mehreren *Hemiptera*-Arten zu koordinieren. Er teilte das Vorkommen der von ihm behandelten Hemipteren in mehrere Zonen ein und studierte die vertikale Verbreitung im Vitos-Gebirge (Bulgarien). Lindberg teilte *A. cinnamomeus* der subborealen Zone zu und bezeichnete die boreale Zone als Grenze der Verbreitung. In Schweden und in Norwegen ist auf Höhen über 500 m kein Vorkommen der Kiefernrrindenwanze nachgewiesen worden. (Nach eigenen Untersuchungen in Dalekarlien (Dallarna) in Schweden und in Telemark, Norwegen.)

Ausser an den erwähnten Orten in Asien kommt *A. cinnamomeus* auch in Israel vor und zwar auf *Pinus halepensis*. (Nach einer brieflichen Mitteilung von Dr. Halperin, Israel, 1973.)

Ausser in Eurasien kommt *A. cinnamomeus* in Nordamerika vor (Overgaard 1968, Baker 1972). Nach einer älteren Mitteilung (Kellog 1905) soll *Aradus* frisch gefällte Kiefern angreifen.

4 Geschichtliches über die forstliche Bedeutung der Kiefern-rindenwanze

4.1 Ältere Angaben

Die Schädlichkeit der Wanze war schon seit lange bekannt und wurde von Fintelmann (1836) wie folgt bildlich geschildert:

„Dadurch, dass sie (die Wanzen) an gesunden, oder auch überhaupt nur noch lebenden und saftführenden Stämmen ihren Rüssel in die Saffthaut bohren, um den Saft auszusaugen und dadurch die Rindentätigkeit zu stören, auch einen Saftfluss erzeugen, versetzen sie den Baum nicht nur in einen krankhaften Zustand, sondern bewirken oft auch, dass die Rinde an diesen Stellen abstirbt, was dann das Eingehen des Baumes zur Folge haben muss.“

A. cinnamomeus wurde in dieser Beschreibung unter dem Namen *Acanthia corticalis* Fabr. behandelt.

Nach Kaltenbach (1874) soll *A. cinnamomeus* unter frischer Kiefernrinde leben. Einige genauere Angaben über die schädliche Tätigkeit der Wanze mit Abbildung eines Weibchens und einer Larve sind bei Altum (1881) angeführt worden. Sajó (1895) machte beachtenswerte Beobachtungen über das Auftreten der Wanze in Ungarn. Eine 10jährige Kiefern-pflanzung wurde so stark angegriffen, dass der Zuwachs erheblich nachliess. Sajó bemerkt dazu, dass die heimgesuchte Kultur in einem vollkommen baumlosen sandigen Gelände angelegt worden war und dass einige Kiefern mehrere Kilometer entfernt von der befallenen Dikung wuchsen. Eckstein (1905) beschrieb einen durch chronischen Angriff der Wanze kränkelnden Kiefernbestand in der Mark Brandenburg. Krause (1919) ergänzte Ecksteins Beobachtungen mit einigen Angaben über das forstliche Verhalten des Schädlings und fügte einige Abbildungen bei u.a. das Saugrohr der Wanze. Nach Eckstein und Krause hat man in Deutschland keine näheren Untersuchungen über das forstliche Ver-

halten der Kiefern-rindenwanze vorgenommen. In den Lehr- und Handbüchern wird der Schädling nur äusserst flüchtig erwähnt (Koch 1913, Hess & Beck 1914, Nüsslin & Rhumbler 1922 u.a.). Über die forstschützliche Bedeutung der Wanze herrscht noch grosse Meinungsverschiedenheit. Reh (1929) macht folgende Bemerkung: „Die Kiefern-rindenwanze *Aradus cinnamomeus* findet man oft in ganzen Herden an kranken Rindenstellen mit Harzausfluss. Während die meisten Forstentomologen in ihr den Urheber der Krankheit sehen, halten andere sie für sekundär.“

4.2 Aradus-Problem in den osteuropäischen Ländern

In den 20iger Jahren d.Jh. hat die Kiefern-rindenwanze in Polen, später auch in anderen osteuropäischen Ländern, grosse Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Die ersten ausführlichen Untersuchungen über die Morphologie, Lebensweise und die forstliche Bedeutung des Schädlings unternahm Stravinski (1925). Die Anregung zur Durchführung dieser Untersuchungen gab der ehemalige Leiter des polnischen Pflanzenschutzes Prof. Mokrzecki (1923). Er fand, dass das schlechte Wachstum der Jungkiefern oft mit Vorkommen der Kiefern-rindenwanze zusammenhängt (Mokrzecki & Stravinski 1925). Er studierte die Wanze in Polen, wo sie dank günstigen bioökologischen Zuständen allgemein vorkommt. Im mittleren Polen sind zum grössten Teil leichte, sandige Böden mit der Kiefer als Haupt-holzart vorherrschend. Die Verbreitung des Schädlings in Polen hat Stravinski durch genaue Angaben des Vorkommens in verschiedenen Gebieten des Landes klargelegt. Er hat auch alle Entwicklungsstadien der Wanze eingehend studiert und die Ergeb-

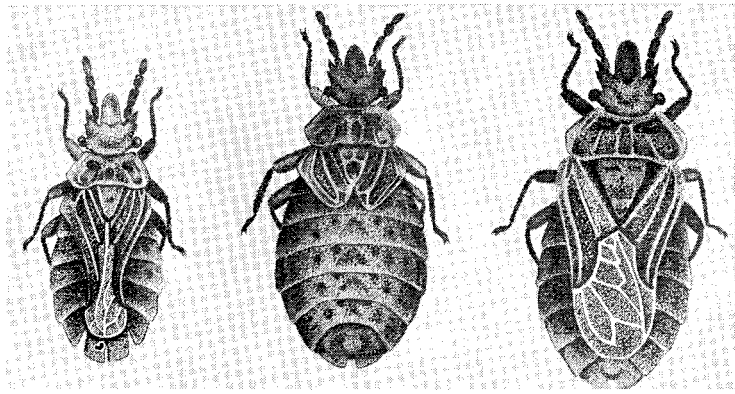


Abb. 1. Die Kiefernrrindenwanze. Links ein Männchen, in der Mitte ein Weibchen mit unentwickelten, und rechts ein Weibchen mit vollentwickelten Flügeln. Ca 15× vergr. (Aus Stravinski 1925)

nisse mit genauen Abbildungen illustriert (Abb. 1). Er beschreibt übersichtlich das Schadbild und die Folgen des Befalls. Stravinski befasste sich auch mit den phänologischen Beobachtungen und dem Einfluss der Temperatur auf die Aktivität des Tieres.

Die Kiefernrrindenwanze¹ ist in Polen noch immer einer der lästigsten Forstschädlinge. Besonders zahlreich ist das Vorkommen in den Industriegebieten, wo die Wanze gemeinsam mit anderen tierischen und pflanzlichen Schädlingen einen Komplex bildet, der dem Forstschutz grosse Besorgnisse bereitet. Dieses konnte ich durch eigene Beobachtungen bestätigen (Studienreise nach Polen, 1969).

In der letzten Zeit hat Schnaider (1968) das Problem ausführlich behandelt und die Bedeutung der Kiefernrrindenwanze als chronischer Forstschädling hervorgehoben. In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, dass in Katowice (Schlesien) eine Filiale der polnischen Versuchsanstalt tätig ist, die sich speziell mit den Folgen von Rauchschäden und auch der Beseitigung von Insektenangriffen befasst, darunter auch der Kiefernrrindenwanze.

In den 30iger Jahren hat man auch in Russland begonnen, das forstliche Verhalten der Kiefernrrindenwanze eingehend zu studieren. Es hat sich bald erwiesen, dass die Wanze in vielen Waldgebieten umfangreiche Verheerungen anrichtet. Aus zahlreichen

fachlichen Schriften und Berichten ist zu ersehen, dass die Kiefernrrindenwanze² z.Zt. als einer der schlimmsten Kulturschädlinge betrachtet wird. Heimgesucht werden die klassischen Schädlingsgebiete, wie z.B. die ausgedehnten Wälder der Busulukschen Heide (das niedere Wolga-Gebiet, Distrikt Orenburg) und die umfangreichen Aufforstungen in der Wald-Steppenzone.

Erhebliche Schäden werden aus der Ukraine, Weissrussland und auch aus den nördlichen Gebieten und sogar aus Westsibirien gemeldet.

Man kann vermuten, dass die Untersuchungen und Erfahrungen in Polen auch das Interesse für die Wanze in Russland geweckt haben, da vorher in Russland über *Aradus cinnamomeus* als Forstschädling nichts bekannt war.

Eine kurze Mitteilung von Polubojarinov (1929) ist eine der ersten veröffentlichten Angaben über das schädliche Auftreten der Kiefernrrindenwanze in Russland. Cholodkovskij (1929) erwähnt kurz den Schädling in seinem Lehrbuch. Davor hat Polozhenzev (1926) in seinen Berichten über Forstschädlinge in der Busulukschen Heide angegeben, dass *A. cinnamomeus* dort in grossen Mengen vorkommt, doch wahrscheinlich ohne bedeutende Schäden anzurichten.

¹ Polnisch — Korowiec sosnowy.

² Russisch — Podkornyj klop.

In gleicher Weise wie in Polen ist auch Russland das reichliche Vorkommen der Kiefern-rindenwanze durch naturhistorische Voraussetzungen bedingt. Ausgedehnte sandige Flächen, vor allem in Südosten des Landes, die man seit Jahren versucht aufzuforsten, schaffen dem Schädling erforderliche Vermehrungsbedingungen. Lichte Kulturen und Kulissenpflanzungen begünstigen noch mehr die Bildung von neuen Schädlingsherden und die weitere Ausbreitung der Wanze (Tropin 1949, 1951, Obozov 1964, Padij, Rudnev u.a. 1965). Im Jahre 1963 umfasste das von der Wanze befallene Gebiet insgesamt eine Waldfläche von 6000 ha (Voraussage über die Massenvermehrungen von Schädlingen, 1964). Das Wanzenproblem wird in Russland jährlich in mehreren Schriften berührt.

In den 60iger Jahren wurde *Aradus cinnamomeus* als Schädling in der Slowakei erstmalig „gefunden“ (Turchek 1964)³. Es erwies sich, dass die Wanze fast im ganzen Lande vorkommt. Diese Feststellung veranlasste Turchek die Biologie und Ökologie des Schädlings eingehend zu studieren.

Das schädliche Vorkommen der Wanze wurde nicht nur im Kiefernjungholz sondern auch in Lärchenpflanzungen festgestellt. Ungefähr gleichzeitig wurde ein Massenvorkommen der Kiefern-rindenwanze⁴ auf Kiefern-nachwuchs längs der Küste des Rigaer Meerbusens in Lettland bekanntgegeben (Ozols 1960, Bush 1960). Einige Jahre später zeigte sich, dass die Wanze auch in Litauen verbreitet ist und Kiefern-kulturen beschädigt (Valenta 1968).

4.3 Vorkommen in den westeuropäischen Ländern

In der deutschen Fachliteratur wurde die Rindenwanze in der letzten Zeit mehr beachtet als zuvor, doch nur durch Wiedergabe von Erfahrungen in anderen Ländern, vor allem in der USSR, Polen, Tschechoslowakei und Schweden (Sorauer 1956, Brauns 1964, Keilbach 1966, Schwerdtfeger 1970, Schwenke 1972). Man ist der Ansicht, dass die Kiefern-rindenwanze für den deutschen Forstschutz sehr geringe Bedeutung hat.

Dies ist aus den jährlichen Berichten und aus Bestimmungstabellen von einheimischen Forstschädlingen zu ersehen (Schimitschek 1955, Thalenhorst 1969, 1971, Schindler 1970, 1971, 1972, Schwenke & Schütt 1973).

Die Kiefern-rindenwanze ist aber in Deutschland keine Seltenheit. Man kann sie an Orten mit leichten Böden auf mehr oder weniger freistehendem Kiefernjungholz in reichlicher Anzahl finden, z.B. in der Lüneburger Heide und im Emsland⁵. Der Anbau der Kiefer in dichtem Verband, wie es in Deutschland üblich ist, bietet der wärme- und lichtliebenden Wanze keine günstigen Lebensbedingungen. Daher sind die Schäden gering und beschränken sich auf Randbäume und schlecht bewirtschaftete Waldpartien.

Äusserst mangelhaft sind die Angaben über das Vorkommen und das forstliche Verhalten der Kiefern-rindenwanze in den übrigen westeuropäischen Ländern. In den bisher erschienenen forstschutzlichen Lehrbüchern wird dieser Schädling garnicht erwähnt (Barbey 1925, Balachowsky & Mesnil 1936, Frankreich, Cecconi 1924, Italien). Man schreibt nur einige Worte über die Rindenwanze. In der Schweiz ist *A. cinnamomeus* an mehreren Orten gefunden worden, doch noch niemals als Schädling aufgetreten (nach einer schriftlichen Mitteilung an den Verfasser von Prof. Paul Bovey, Zürich 1970).

In Spanien sind an einigen Orten Schäden an 12—15jährigen *Pinus pinaster* beobachtet worden (nach einer schriftlichen Mitteilung an den Verfasser von Prof. M. G. de Viedma, Madrid 1972). In der Veröffentlichungen der jüngsten Zeit wird nichts über die Kiefern-rindenwanze berichtet.

Nach einer schriftlichen Mitteilung von Dr. P. Carle, Avignon, 1974, soll *Aradus cinnamomeus* an mehreren Orten in Mittelfrankreich vorkommen. Die Generation soll eine einjährige sein. Die Schäden sollen noch wenig bekannt sein.

³ Tschechisch — Podkornica borovicova.

⁴ Lettisch — priežu mizas blakts.

⁵ Nach eigenen Beobachtungen.



Abb. 2. Einem dauernden Angriff der Kiefernrrindenwanze ausgesetzter Bestand in Arnhem (Holland 1973).

Es ist bemerkenswert, dass die Wanze in manchen Gebieten umfangreiche und dauernde Schäden anrichten kann, ohne wahrgenommen zu werden. So z.B. sind in Holland im Naturschutzgebiet von Arnhem die Kiefernauflistung einem so starken chronischen Angriff des Schädling ausge-setzt, dass sich die meisten reinen Kiefernbestände und Horste in einem vollkommen trostlosen, kränkelndem Zustand befinden. Das Gleiche bezieht sich auf einige Wal-dungen in Belgien, wo *Pinus corsicana*-Kulturen stark befallen werden. Wahr-scheinlich wird das schlechte Wachstum als eine natürliche Erscheinung betrachtet und ungünstigen Bodenverhältnissen zugeschrie-ben (eigene Beobachtungen während einer Studienreise 1972 und 1973, Abb. 2). In einer vor kurzem erschienen Schrift hat Doom (1974) über das schädliche Auftreten der Wanze in Holland berichtet. Bemerkens-wert ist eine Mitteilung von Leston (1951), in der *Aradus cinnamomeus* als für England neue Art bekannt gegeben wird. Leston schildert u.a. die Lebensweise der Wanze, doch ohne ihr forstliches Verhalten zu be-rühren⁶.

4.4 Vorkommen in den nordischen Ländern

Finnland

Reuter (1873) bemerkte in seiner Abhand-lung über Skandinaviens und Finnlands Ara-diden, dass *A. cinnamomeus* in Finnland noch nicht gefunden war. Ein anderer fin-nischer Entomologe, J. Sahlberg (1881), gab an, dass *cinnamomeus* im nördlichen Karelien (bei 63°40') vorkommt, doch sel-ten.

Die Lebensart und das forstliche Ver-halten der Wanze wurde in den faunisti-schen Arbeiten nicht berührt, mit Aus-nahme einiger missweisender Angaben. So z.B. schreibt Reuter (1882), dass die Kie-fernrrindenwanze auf Nadeln vorkommt. Er wiederholt diese Behauptung auch in einer viel späteren Abhandlung (Reuter 1909). Er bemerkt gleichzeitig, dass *Aradus cinna-momeus* ein bedeutender Schädling sei und dass dieser auf verschiedenen Bäumen über-wintert. Die Überwinterung geschieht auf solchen Bäumen, auf denen die Kiefenrin-denwanze lebt und sich ernährt, sowie auch in deren Nähe in der Bodenstreu. Auf an-deren Bäumen kann der Schädling nur ganz zufällig vorkommen, ebenso wie auf den Nadeln.

⁶ Englisch — The Pine Bark-Bug.

Es ist sehr eigenartig, dass die Lebensweise der Wanze trotz umfangreichen Untersuchungen, so lange gänzlich unbekannt verblieb. Sahlberg (1920) änderte nicht seine Ansicht, dass *A. cinnamomeus* auf Kiefernadeln von *Pinus silvestris* lebt, und fand, dass die Art *selten* an sandigen Orten in Süd- und Mittelfinnland anzutreffen war.

In diesem Zusammenhang kann folgender Vorfall von gewissem Interesse sein. Während einer naturwissenschaftlichen Zusammenkunft in Helsingfors demonstrierte Elfving (1904) „ein Exemplar des so selten vorkommenden Hemipteren, das in Mohla Kirchspiel gefunden wurde“. Elfving vermutete, dass *Aradus cinnamomeus* viel häufiger in Finnland vorkommen sollte und stützte sich dabei auf Erfahrungen von einer Exkursion in Eberswalde (Deutschland). Dort besichtigte er von der Kiefern-rindenwanze heimgesuchte Kiefernbestände. Als Forstschädling verblieb die Kiefern-rindenwanze⁷ in Finnland bis zur letzten Zeit unbekannt. In Schriften über Finnlands Forstschädlinge findet man keine oder höchstens einige kurze, allgemeine Angaben mit der Bemerkung, dass die Wanze kein beachtenswerter Schädling sei (Kangas 1937, 1958, Saalas 1949, u.a.). Vor einigen Jahren veröffentlichte Laine (1968) eine Mitteilung über zahlreiches Vorkommen der Kiefern-rindenwanze auf Kiefern-nachwuchs in Südfinnland. (Die Wanzenherde wurden zufällig während Untersuchungen über *Fomus annosus*-Schäden entdeckt.) In einer schriftlichen Mitteilung an den Verfasser berichtete Dr. Laine über das schädliche Auftreten der Wanze auch an mehreren anderen Orten, z.B. in Vekelax bei Fredrikshamn und Valkeala in der Nähe von Kouvola.

Vor einiger Zeit habe ich selbst Gelegenheit gehabt, eine bei Hangö (Südfinnland) aufgeforstete Brandfläche zu besichtigen. Diese war einem chronischen Massenangriff des Schädlings so stark ausgesetzt, dass sich die meisten Kiefern in einem halbverdorrtten Zustand befanden. Die Verheerungen wurden sogar in der Tagespresse erwähnt: „Die Schädlinge veröden Kiefernwald in Koverhar“, Västra Nyland 25.6.1970. (XII. Nord. Skogskongressen 22—26.6.1970.)

Schweden

In Schweden war das Vorkommen der Kiefern-rindenwanze⁸ längere Zeit unbekannt, dabei nicht nur als Schädling sondern auch faunistisch. Fallén (1829) beschreibt in seinem Werk über Schwedens Hemipteren 10 *Aradus*-Arten, doch nicht *cinnamomeus*. Zetterstedt (1828) erwähnt 4 in Lappland gefundene Arten: *A. betulae*, *A. betulinus*, *A. corticalis* und *A. lugubris*. In Wallengrens (1851) Verzeichnis über die in Schonen (Skåne) gefundenen Hemipteren ist nur eine Art — *A. corticalis* — angegeben. Thomson (1862) behandelt in seinem Handbuch über Skandinaviens Insekten drei *Aradus*-Arten: *A. betulae*, *A. betulinus* und *A. corticalis*. Über das Vorkommen von *Aradus cinnamomeus* in Schweden hat zum erstenmal der finnische Hemipterologe Reuter (1973) berichtet. Als Fundorte hat Reuter Gotland und Uppland angegeben (von Paykull gefunden). Später wurde *cinnamomeus* von mehreren Forschern in verschiedenen Teilen des Landes gefunden (Jansson 1930). Die Ausbreitung in Schweden und im übrigen Skandinavien hat Ossiannilsson (1947) in seiner faunistischen Arbeit über Schwedens Hemipteren übersichtlich dargestellt. In dem von Ossiannilsson veröffentlichten Verzeichnis über Fundorte fehlen zwar Angaben über das Vorkommen der Wanze in mehreren Regionen, z.B. in Småland und in Dalekarlien (Dalarna). Nach dem Erscheinen dieser Arbeit wurde festgestellt, dass die Kiefern-rindenwanze in ganz Schweden von der Südküste bis zu den nördlichen Kiefernheiden verbreitet ist.

Als Schädling verblieb die Wanze längere Zeit auch in Schweden unbeachtet. Tullgren & Wahlgren (1922) bemerken in ihrem Werk über Schwedens Insekten, dass die Lebensweise von Arten der Gattung *Aradus* noch wenig erforscht sei. In einem später erschienenen Handbuch meint Tullgren (1929), dass *Aradus cinnamomeus* an jungen Kiefern durch Saugen an Zweigen und Na-

⁷ Finnisch — Punalatikka.

⁸ Schwedisch — tallbarkstinkflyet.

deln schädlich sein könnte⁹.

Sehr unklar sind Trägårdhs (Trägårdh 1939) Angaben über das forstliche Verhalten der Wanze. Er schreibt in seinem Lehrbuch über Schwedens Forstinsekten, dass *Aradus cinnamomeus* in Süd- und Mittelschweden auf Nadeln und unter der Rinde junger Kiefern lebt, doch dass in Schweden keine Wanzenschäden bekannt sein.

Die ersten Untersuchungen über das schädliche Auftreten der Kiefernwanze in Schweden wurden in den Jahren 1956 und 1958 auf Gotland unternommen, und zwar als Folge eines alarmierenden Berichts über Massenvorkommen des Schädlings längs der Küste Lettlands. Es hat sich erwiesen, dass die Wanze auf dieser Insel sehr verbreitet ist und auf minderwertigem Kiefernjungholz zahlreich vorkommt. Eingehende Untersuchungen wurden 1963 in Norrland und später auch in anderen Waldgebieten Schwedens durchgeführt.

Norwegen

Einige allgemeine Angaben über das Vorkommen von *Aradus cinnamomeus* in Norwegen sind im *Catalogus insectorum Sueciae* angeführt worden (Ossiannilsson 1947). Die forstliche Bedeutung des Schädlings hat man in Norwegen nicht untersucht. In den forstschutzlichen Schriften und Handbüchern wird die Kiefernrrindenwanze nicht erwähnt (Bakke 1961).

Christiansen (1970) erwähnt in der Übersicht über Forstschädlinge der nordischen Länder das Vorkommen der Wanze in

Schweden und Finnland, doch nicht in Norwegen und Dänemark.

Im Rahmen der Studien über das schädliche Auftreten der Kiefernrrindenwanze in Skandinavien hat der Verfasser im Herbst 1972 einige Untersuchungen in Telemark (Südnorwegen) durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass die Wanze stellenweise zahlreich auf freistehenden Kiefern vorkommt, die auf flachen Gesteinböden wachsen, doch nicht höher als 500—600 Meter ü.d.M. Stammanalysen bewiesen, dass das Wachstum der Jungkiefern nicht so stark durch Bodenverhältnisse, wie durch dauernden Angriff der Wanze beeinflusst wurde.

Dänemark

Über das Vorkommen der Kiefernrrindenwanze in Dänemark sind die Angaben sehr sparsam. Nach Jensen-Haarup (1912) ist die Wanze sehr selten zu finden und einzig auf Nordseeland (Tisvilde, Holte, Geleskov). Über das forstliche Verhalten ist weder in den älteren noch in den jüngeren fachlichen Schriften etwas bekanntgegeben worden (Beier-Petersen 1959). Die Kiefernrrindenwanze ist in Dänemark keine Rarität. Der Verfasser hat ein reichliches Vorkommen des Schädlings auf *Pinus mugo*-Aufforstungen längs der Kattegatküste in Tisvilde festgestellt. Die dem Angriff meist ausgesetzten Kiefern befanden sich in verkümmertem Zustand. Befallen wurde auch Nachwuchs von *P. sylvestris*.

⁹ Tullgren hat hiermit Reuters missweisende Behauptungen wiedergegeben.

5 Morphologie

Charakteristische Kennzeichen der Gattung *Aradus* sind die keulenförmigen, stehenden Augen und die reduzierten Vorderflügel, die den Hinterleib nicht vollkommen bedecken. Diese Merkmale sind in der ersten im Druck erschienenen Abbildung von *Aradus cinnamomeus* von Panzer (1793), die ein geflügeltes Weibchen darstellt, deutlich wiedergegeben. Nahe verwandt mit *A. cinnamomeus* ist die auf Laubbäumen lebenden *A. depressus* Fabr. Der Hauptunterschied ist die Länge der Antennen.

Bei *cinnamomeus* sind diese kaum länger als der Kopf, bei *depressus* bedeutend länger. Von den anderen *Aradus*-Arten unterscheiden sich *cinnamomeus* und *depressus* vor allem durch die Länge der einzelnen Fühlerglieder. Bei *A. betulae* und den übrigen grösseren Arten ist das dritte Fühlerglied viel kürzer als das zweite. Bei *cinnamomeus* und *depressus* sind diese zwei Glieder von gleicher Länge (Tullgren & Wahlgren 1922, Leston 1951, Taurinsh & Ozols 1957, u.a.). Bei Eckstein (1905) findet man die ersten näheren Angaben über die Morphologie der Kiefern-rindenwanze. Eine wertvolle Schilderung aller Entwicklungsstadien der Kiefern-rindenwanze gab Stravinski (1925) und später Tropin (1951). Kurze morphologische Beschreibungen sind auch in mehreren russischen Hand- und Lehrbüchern wiedergegeben.

Eine Zeichnung von *Aradus*-Mundteilen ist im Lehrbuch von Szwanwicz (1956) angeführt worden.

Einige Abbildungen mit Text sind im Handbuch „Die Forstschädlinge Europas“ (Schwenke 1972) wiedergegeben. (Die Abbildungen 60 und 61 der erwachsenen Wanze sind in diesem Werke mit fehlerhaften Erklärungen versehen worden.)

Nachstehend werden nur die meist charakteristischen Kennzeichen und Eigen-

schaften der Entwicklungsstadien der Kiefern-rindenwanze angegeben.

5.1 Imago

Die 3,5—4,5 mm grosse Kiefern-rindenwanze hat ovale Form, ist flach und sehr dünn (nach Eckstein 1905 nur 3/4 mm dick). Der vorderste Teil der Kopfkapsel ist stark walzenförmig ausgebildet. Der Rand der Kopfkapsel ist zu beiden Seiten des erweiterten *Clypeus* mit zwei dornartigen Fortsätzen versehen. Die Fühler bestehen aus vier zylindrischen Gliedern. Das längste Glied ist das zweite. Das Endglied ist beinahe schwarz, die übrigen bräunlich. Die ungewöhnlich grossen Augen sind gewölbt und vollkommen schwarz. In der walzenförmig vorgestreckten *Clypeus*-Partie ist das Saugrohr der Wanze eingebettet. Diese komplizierte Apparatur besteht aus Mandibeln und Maxillen, die zu einem kapillären Rohrsystem umgewandelt sind und im Ruhestand eine Art Spirale bilden. Im ausgesteckten Zustande ist das Saugrohr mehr als dreimal länger als das Tier selbst (Abb. 3).

Mit Hilfe dieser Anordnung, die aus vier zusammengefügt elastischen Borsten besteht, sticht die Wanze den Bast durch, um an den Baumsaft zu kommen. Die freien Enden des Saugapparates sind in Ruhelage in einem Schnabel verborgen. Dieser ist in einer Rinne eingebettet und dient zugleich als Scheide und Steuer der Sauganordnung. Das *Pronotum* ist trapezförmig und 2,5 mal breiter als lang. Das grosse dreieckige *Scutellum* ist zwischen den Flügeln eingeschlossen. Bei *A. cinnamomeus* gibt es zweierlei Weibchen: die eine Form (f. brachyptera) hat rudimentäre Flügeldecken und keine Hautflügel; die andere ist mit zwei Paar normal entwickelter Flügeln versehen (f. macroptera). Das Männchen be-

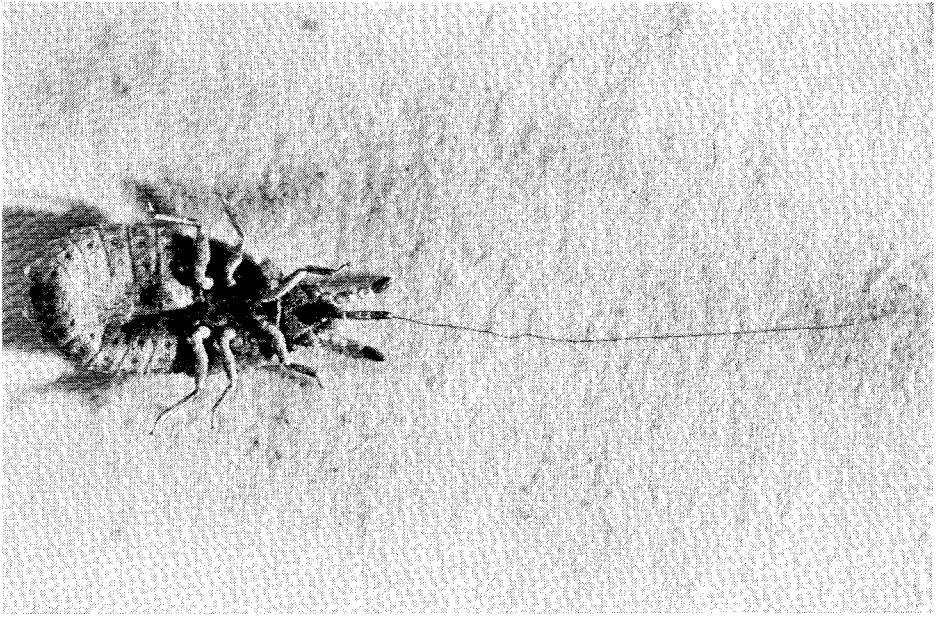


Abb. 3. Eine Kiefern-rindenwanze mit ausgestrecktem Saugrohr. Ca 12 \times vergr.

sitzt Flügeldecken, hat jedoch keine Hinterflügel. Das brachyptere Weibchen und das Männchen können nicht fliegen (Abb. 4—6). Bei einigen Aphididen beeinflusst die

Ernährung die Bildung von geflügelten und ungeflügelten Individuen (Kunkel & Mittler 1971). Die Flügeldecken des makropteren Weibchens und des Männchens bedecken

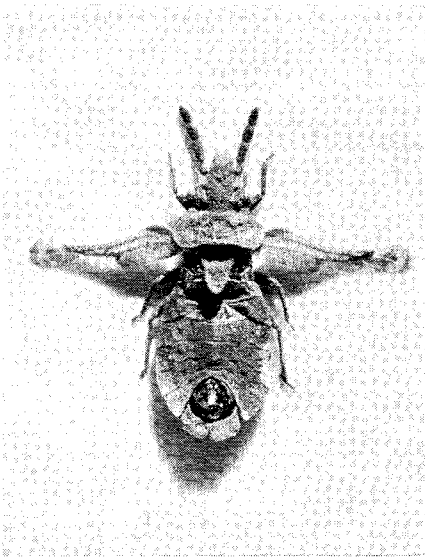


Abb. 4. Ein Männchen mit ausgebreiteten Vorderflügeln. Ca 14 \times vergr.

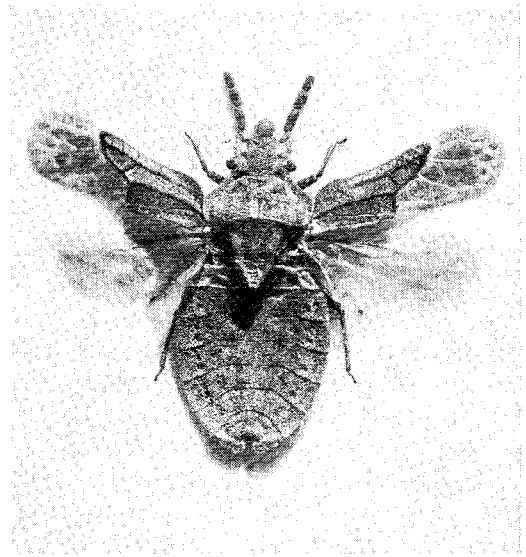


Abb. 5. Ein geflügeltes Weibchen mit ausgebreiteten Flügeln. Ca 12 \times vergr.

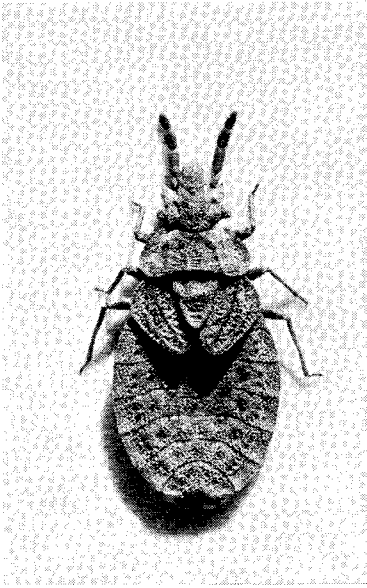


Abb 6. Ein Weibchen mit rudimentären Flügeln (*F. brachyptera*). Ca 12× vergr.

den Hinterleib nicht vollkommen. Das Männchen ist kleiner und schmaler als die beiden Weibchenformen. Bei dem brachypteren Weibchen ist kaum 1/3 des Hinterleibes mit den rudimentären Flügeln bedeckt. Die Oberseite des Körpers ist bei beiden Geschlechtern graubraun und hat eine grobkornige Struktur. Die Unterseite schimmert braunrötlich (daher der Artname *cin-namomeus*). Diese Schutzfarbe ist dem Lebensraum — der Kiefernrinde — gut angepasst. Alle Stadien der Wanze haben gut entwickelte, doch ziemlich kurze Beine, von denen das letzte Paar etwas länger als die übrigen zwei Paare ist. Die Kiefern-rindenwanze ist ein träges Tier, kann sich jedoch bei Gefahr sehr schnell in Sicherheit setzen. Die Füße bestehen aus zwei Gliedern und sind mit Klauen versehen, die das Kriechen auf- und abwärts am Baumstamm ermöglichen. Unter den Tergiten des Hinterleibes befinden sich Stinkdrüsen (auch bei den Larven). Die Larven scheiden das allgemein bekannte stinkende Wanzensekret aus. Bei den erwachsenen Tieren, sowohl Männchen als auch Weibchen, sind die Drüsen-ausscheidungen wohlduftend und erinnern

an ein aromatisches Fruchtextrakt, wie z.B. der Birne.

5.2 Ei

Das ovale Ei ist kaum 1×0,5 mm gross. Zu Anfang ist es milchweiss, halbgläzend, nimmt jedoch allmählich einen rötlichen Farbton an und wird kurz vor dem Schlüpfen der Larve karmesinrot. Iljinskij (1962) hat diese Kennzeichen in der Bestimmungstabelle der Insekteneier angeführt.

5.3 Larve

Die Larve der Kiefern-rindenwanze hat das gleiche Aussehen wie die Imago, ist nur kleiner. Die Grösse hängt vom Altersstadium ab. Der Ansatz von Flügeln ist nur bei älteren Larven deutlich sichtbar. Die Entwicklung zum Vollkerf vollzieht sich über fünf Larvenstadien. Das letzte Stadium ist die Nymphe. Eine frischgeschlüpfte Larve ist rot und 1,20—1,25 mm lang. Später nimmt der Körper einen helleren Farbton an, der bei älteren Larven in bräunliche Körperfarbe übergeht. Bei den jüngeren Larven scheinen in der Mittenpartie des Hinterleibes drei rote Flecke durch. Das sind die Anlagen der Stinkdrüsen.

Nach der ersten Häutung wird die Larve

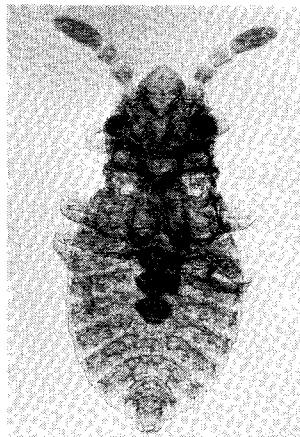


Abb. 7. Eine Larve im ersten Stadium (L.I.), vor der Häutung. Ca 60× vergr.

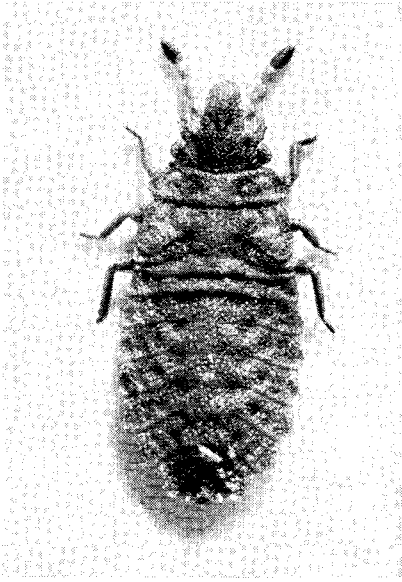


Abb. 8. Larve IV. Ca 20× vergr.

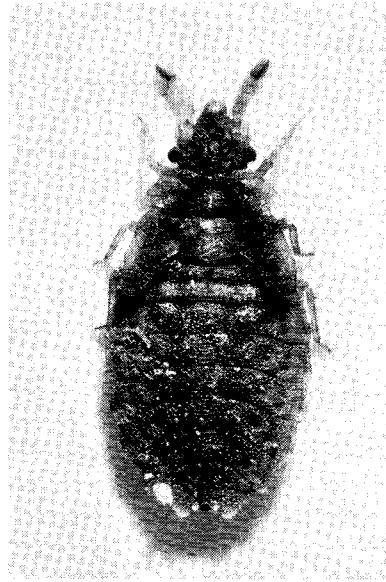


Abb. 9. Larve V (Nymphe). Ca 20× vergr.

nur etwas grösser und vor allem breiter. Der Hauptunterschied zwischen den Larven des ersten und zweiten Stadiums besteht in der Länge der einzelnen Fühlerglieder. Das Endglied ist bei der Larve des ersten Stadiums zweimal grösser als irgendeines der übrigen drei Glieder (Abb. 7). Bei dem zweiten Stadium ist das letzte Glied kürzer. Der Körper ist breit ovalförmig und 1,5—1,7 mm lang. Nach der zweiten Häutung ist die Larve 1,85—2,30 mm lang. Der Unterschied in der Länge der Fühlerglieder ist nicht mehr so deutlich.

Auf dem *Metanotum* der Larve sind schon die ersten Anzeichen von rudimen-

tären Flügeln erkennbar. Nach der dritten Häutung erreicht die Larve eine Länge von 3,50 mm. Die Fühlerglieder haben verschiedene Länge. Die Ansätze von Flügeln treten deutlich hervor (Abb. 8). Nach der vierten Häutung geht die Larve ins Nymphenstadium über. Charakteristisch für diese Entwicklungsphase ist das von den rudimentären Flügeldecken umfasste, grosse *Scutellum* (Abb. 9). Die Nymphe ist einem brachypteren Weibchen sehr ähnlich. Nach der fünften Häutung platzt die Haut auf der Rückseite der Larve. Die abgestreiften und wenig verletzten Exuvien kann man oft massenweise in Rindenritzen finden.

6 Biologie und Ökologie

6.1 Migration im Frühjahr

Die Kiefernrrindenwanze ernährt sich vom Baumsaft und lebt meistens auf Jungholz. Das Tier ist sehr scheu und hält sich verborgen unter Rindenschuppen und in Rindenrissen auf. Bei älteren und freistehenden Bäumen werden auch niedrige gröbere Äste besiedelt. Nach Reuter (1882, 1909) soll *Aradus cinnamomeus* auch auf Kiefernna-deln leben. Diese missweisende Behauptung wurde von anderen Verfassern wiedergegeben (Kiritschenko 1913). Tullgren (1929) schreibt, dass *A. cinnamomeus* „durch Saugen an Zweigen und Nadeln Schaden anrichten kann“. Das Vorkommen der Kiefernrrindenwanze auf Nadeln kann nur äusserst zufällig eintreffen. Der Verfasser hat niemals eine Kiefernrrindenwanze auf Kiefern-nadeln angetroffen.

Die Rindenwanze saugt den Zellsaft, vor allem in der kambialen Zone, kann aber ihr langes und elastisches Saugrohr auch in tiefer gelegenes Gewebe des Baumes einführen.

Der Schädling überwintert teilweise unter der Rinde an der Stammbasis, teilweise in der Bodenstreu nahe am Stamm und ist im zeitigen Frühjahr wirksam. Die Wanzen „erwachen“, nachdem der Schnee um die Bäume aufgetaut ist und die Sonne die Stämme erwärmt hat. Die Temperatur braucht einige Tage nacheinander nicht höher als 4–5°C zu sein und in der Nacht sogar etwas unter 0°C.

In Südschweden (Schonen, Öland) beginnen die Wanzen schon Mitte März sich zu bewegen, im Norden in der zweiten Mai-Hälfte. Im Jahre 1966 wurde in Sangis (Norrbotten, Nordschweden) das „Erwachen“ der Kiefernrrindenwanze mit Hilfe von Leimringen beobachtet. Die erste Aktivität wurde am 6. Mai bei Tagestemperatur von

+5°C und Nachttemperatur von 0°C festgestellt. Am lebhaftesten wurde die Imago-Population erst am 16. Mai bei einer Durchschnittstemperatur von +10°C. Auf der Versuchsfläche bestanden sich zu dieser Zeit nur vereinzelte Schneeflecke. Nach Stravinskis (1925) mehrjährigen phänologischen Beobachtungen beginnt die Frühjahrsaktivität in Polen durchschnittlich bei +3,9°C und die Saugtätigkeit bei +7,4°C. Nach Verlassen ihrer Winterverstecke kriechen die Imagines und Larven den Stamm aufwärts, um eine passende Nahrungsstelle zu finden.

Meist werden Stammpartien bevorzugt, wo die Bastschicht nur leicht mit blättern-den Rindenschuppen bedeckt ist. Passende Schlupfwinkel sind auch Ritzen in der Borke, falls diese nicht allzu dick ist.

6.2 Paarung

Die intensive Saugtätigkeit der Wanze beginnt sofort nach der Überwinterung. Gleichzeitig findet auch die Begattung statt, wobei die Männchen grossen Eifer bei der Suchen nach Partnern aufweisen. Die trägen Weibchen setzen sogar während der Paarung mit dem Saugen fort. Die Stellung der kopulierenden Rindenwanzen unterscheidet sich markant von anderen Insekten. Das Männchen schiebt seinen Hinterleib seitwärts unter den des Weibchens, so dass die beiden Körper einen Winkel bilden (Abb. 10). Diese eigenartige Stellung wird durch die Lage der Genitalien des Männchens auf der Rückseite des letzten Hinterleibsegmentes bedingt. Die Kopul ist ziemlich kurz. Die Zeit der Paarung ist verschieden und hängt von den lokalklimatischen Verhältnissen ab. Im Jahre 1965 wurden in Tylösand (Halland) kopulierende Individuen am 26. April festgestellt, im nördlichsten

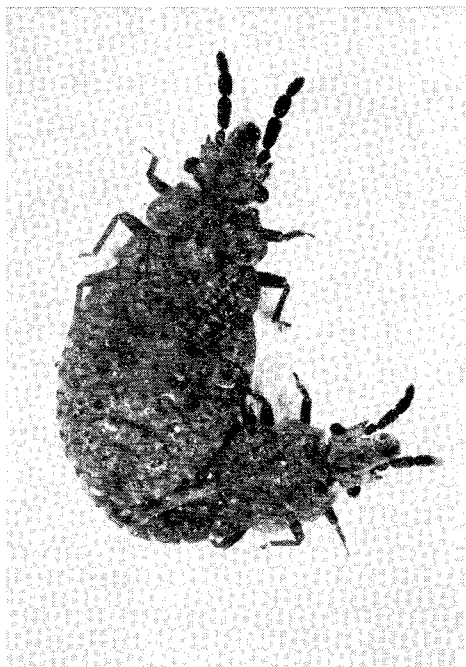


Abb. 10. Ein Paar in Kopula. Ca 14× vergr.

Schweden (Hakkas) am 25. Mai.

Im Jahre 1966 wurden in Norrbotten (Sangis) Paarung am 19. Mai beobachtet, auf der Insel Öland schon am 28. März.

6.3 Eiablage und postembryonale Entwicklung

Das Weibchen legt seine Eier gruppenweise oder vereinzelt in Stammritzen und unter die abstehenden Rindenschuppen und zeigt dabei sehr geringe Brutfürsorge. Die Eier können auf vollkommen ungeeignete Stellen geraten z.B. auf Flügeldecken des Männchens oder eines Weibchens, das in die Nähe kommt und dgl. Eine Eiablage besteht aus ca 20—25 Eiern. Nach Stravinskis (1925) Beobachtungen legt ein Weibchen im ganzen 16—18 Eier ab. Ob die Eiablage mehrere Male geschieht, liess sich nicht feststellen. Die embryonale Entwicklung dauert ungefähr drei Wochen (Krausse 1919, Stravinski 1925, Turchek 1964). Bei eigenen Laborversuchen fand die Begattung am 29. Januar, das Schlüpfen der Larven am 26.

Februar statt. Die Larven schlüpfen in Südschweden Ende Mai, in den mittleren Regionen Anfang bis Mitte Juni, im nördlichsten Schweden im Juli.

Nach der Paarung setzen die erwachsenen Wanzen fort sich zu ernähren. Deren Anzahl vermindert sich jedoch allmählich und im Spätsommer sind von dieser Generation nur vereinzelt Individuen zu finden, meistens Weibchen. Nach Stravinskis (1925) Beobachtungen beginnen die frischgeschlüpften Larven erst nach der Häutung den Saft zu saugen. Tropin (1949) stellte fest, dass die Larven des ersten Stadiums nach 7—9 Tagen imstande sind, das Saugrohr in Tätigkeit zu setzen. Die Larven beginnen schon in sehr frühem Alter den Zellsaft zu saugen. Durch eigene Beobachtungen wurde festgestellt, wie die Larven des ersten Stadiums ihre ausgestreckten Saugrohre in die Bastschicht einführen (Västmanland, 7.6.1972).

Im Verlaufe des ersten Sommers häutet sich die Larve in Süd- und Mittelschweden dreimal, im Norden ein- bis zweimal. Die Überwinterung geschieht also als Larve 4, resp. als Larve 1 und Larve 2. Die Larven überwintern in gleicher Weise wie die Imagines in der groben Rinde oder in der Waldstreu (Näheres siehe 6.5). Die Zeit, in der die Larven zur Überwinterung schreiten, ist unbestimmt und hängt von der Wetterlage ab. In den südlichen Teilen des Landes befinden sich die Larven bis zum Spätherbst in den oberen Stammpartien. Auf der Insel Öland und in Halland sind sie aktiv bis Ende Oktober.

In Mittelschweden (Stockholm) begeben sich die Larven in der zweiten Oktoberhälfte zur Überwinterung. Nach Untersuchungen in Hedesunda (Gästrikland) befand sich am 13.10.1971 der grösste Teil der Larvenpopulation an der Stammbasis, eine geringe Anzahl in der oberen Stammregion, jedoch nicht mehr saugend. Bei wiederholten Kontrolluntersuchungen über das Vorkommen der Wanze in einer geläuterten Kiefern-pflanzung in der Umgebung von Stockholm wurden noch am 27. Oktober 1972 — trotz -2°C — nachtsaktive halberwachsene Larven am oberen Teil der Stämme in reich-

licher Anzahl vorgefunden. Im nördlichen Schweden verlassen die Larven die Bäume in der Regel im September und überwintern gemeinsam mit den Elterntieren in der Bodendecke (Renntiermoos). Nach der Überwinterung zeigen die Larven die gleiche Aktivität wie die erwachsenen Wanzen.

Nach der vierten Häutung und vor dem Übergang in das Nymphenstadium wird die Saugtätigkeit besonders intensiv. Die Tiere häuten sich im Spätsommer des zweiten Jahres zum letzten Male (fünften) und verwandeln sich zu Imagines. Die frischgeschlüpften erwachsenen Wanzen ernähren sich bis zum Spätherbst und werden nach der Überwinterung geschlechtsreif. Im nördlichen Skandinavien dauert die Entwicklung ein Jahr länger und die Larven überwintern zweimal.

6.4 Generationsdauer und Zusammensetzung der Population

Die Entwicklung der Kiefern-rindenwanze von Ei zu Ei fordert zwei Jahre, im nördlichen Schweden drei Jahre. Bei der zweijährigen Generation überwintert die Wanze einmal als Larve (L 4), einmal als Imago. Die Population ein und derselben Generation besteht also während des Winters ent-

weder aus Larven oder aus erwachsenen Wanzen. Dieses Phänomen ist eine konstante Erscheinung und erinnert gewissermassen an „Flugjahre“ mancher Insekten. In Süd- und Mittelschweden sowie auf der Insel Öland ist ein Wanzenstamm mit geschlechtsreifer Imago-Population im Frühjahr der geraden Jahre vorherrschend. Eine Abweichung von diesem meistens vorkommenden Entwicklungsverlauf sind Stämme von ungeraden „Flugjahren“. Diese kommen in Dalekarlien (Siljansfors) und im südlichen Halland (Laholm—Tylösand—Falkenberg) vor. Es ist möglich, dass diese Variation auch in anderen, noch nicht erforschten Orten existiert. Ausser den erwähnten zwei Hauptstämmen ist ein Vorkommen von sekundären Populationen zu unterscheiden. Dieses „Supplement“ macht in der Regel einen äusserst geringen Anteil der gesamten Population aus. Als Ausnahme ist jedoch manchmal ein Gemisch von verschiedenen Alterstadien wahrzunehmen. Die variierende Zusammensetzung der Population kann als Unterlage für Prognosen dienen.

Nachstehend werden einige zu verschiedener Zeit und an verschiedenen Orten eingesammelte Daten über die Zusammensetzung der Populationen in Prozenten angeführt:

Fammarp (Halmstad): 4.8.64 — ♂ — 44, ♀ — 31, ♀ — 2, L5 — 23¹. Eiablage 1965.

Höka (Halland): 6.6.66 — ♂ + ♀ — 0,8, L4 + L5 — 99,2. Eiablage 1967.

Siljansfors (Dalekarlien): 11.7.68 — ♂ — 44,5, ♀ — 51,4, ♀ — 4,1. Eiablage 1969.

Böda (Öland): 6.5.68 — ♂ — 54,6, ♀ — 44,6, L4 — 0,8. Eiablage 1968.

Hedesunda (Gästrikland): 13.10.71 — ♂ — 41, ♀ — 54,3, ♀ — 4, L4 — 0,7. Eiablage 1972.

Mästermyr (Gotland): 18.9.69 — ♂ — 28,4, ♀ — 24,4, ♀ — 0,8, L3 + L4 — 46,4.

Mästermyr (Gotland): 21.9.72 — ♂ — 25,5, ♀ — 23,7, L4 — 50,8.

¹ Zeichenerklärung: ♂ = Männchen, ♀ = brachypteres Weibchen, ♀ = makropteres Weibchen, L = Larve.

Aus den Angaben über die Zusammensetzung der Wanzenpopulation auf Gotland ist zu ersehen, dass sich diese krass von den Verhältnissen auf dem Festland unterscheidet. Die Zusammensetzung der Population

deutet darauf hin, dass an dem untersuchten Ort auf Gotland zwei gleich starke Wanzenstämme existieren („Flugjahre“ 1970, 1971, 1972 usw.). An anderen Orten auf Gotland, wie z.B. in der Umgebung von Klintehamn

Monate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jahre												
1972			▲	▲	▲○	▲○⊗	▲⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
1973	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗▲	▲	▲	▲	▲	▲
1974	▲	▲	▲	▲	▲○							

○=Ei ⊗=Larve ▲=Imago

Tab. 1. Schema einer zweijährigen Generation.

Monate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jahre												
1970					▲	▲○	▲○⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
1971	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
1972	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗▲	⊗▲	▲	▲	▲	▲	▲
1973	▲	▲	▲	▲	▲	▲○						

○=Ei ⊗=Larve ▲=Imago

Tab. 2. Schema einer dreijährigen Generation.

und Roma sind die Entwicklungs- und Populationsverhältnisse im ganzen genommen die gleichen wie auf dem Festland.

In Nordschweden hat die Entwicklung der Kiefernrrindenwanze einen ganz anderen Verlauf. Bei dreijähriger Generation überwintert die Larve zweimal, die Imago einmal. Im 1. Jahr häuten sich die Larven nur einmal, höchstens zweimal. Die Überwinterung geschieht als L2 und L3, das zweite Mal als L4. Die Population ist gemischt. Man unterscheidet einen dominierenden Stamm und 1—2 Nebensterke.

Eine Übersicht über die Entwicklungs- und Populationsverhältnisse im Norden ist graphisch erfasst worden (siehe Näheres Abschn. 7.5, Abb. 33). Die Angaben sind Ergebnisse von dreijährigen Leimproben an einer Anzahl von Heidekiefern ca 50 km nördlich des Polarkreises.

Die Zusammensetzung der Population in Nordschweden ist verschieden und unterscheidet sich bedeutend von den Verhältnissen in anderen Teilen des Landes. Die Geschlechtsverhältnisse sind zahlenmässig variierend im ganzen Land, die Anzahl der

Weibchen scheint jedoch im ganzen genommen grösser als die der Männchen zu sein.

Die erwähnten zwei Variationen der Entwicklung sind in Tab. 1 und 2 angegeben.

Nach eigenen Beobachtungen hat die Kiefernrrindenwanze eine zweijährige Generation in Mittel- und Südschweden, in Südfinnland (Hangö), auf Oland (Åland), in Südnorwegen (Telemark), Deutschland (Lüneburger Heide, Emsland), Holland (Arnhem) und Belgien (Hasselt). An den meisten Orten in Schweden und auch im übrigen Skandinavien sind die geraden „Flugjahre“ vorherrschend.

Eine zweijährige Generation wurde auch in den osteuropäischen Ländern festgestellt: Polen (Stravinski 1925), Russland (Tropin 1949), Lettland (Ozols 1960), Slowakei (Turcek 1964), Litauen (Valenta 1968) u.a. In den Baltischen Staaten und in Mittellusland sind die Stämme der geraden Jahre vorherrschend, in Polen und in der Ukraine die ungeraden Jahre.

Über die Entwicklungsverhältnisse im nördlichsten Russland und in Finnland liegen keine genauen Berichte vor. Stark

(1933), der die Wanze auf der Kola-Halbinsel fand, ist der Ansicht, dass die Generation dort zwei oder mehrere Jahre in Anspruch nehmen könnte. Normalerweise soll sich die Entwicklung im Laufe eines Jahres vollziehen.

6.5 Überwinterung

6.5.1 Phänologische Beobachtungen

Die erwachsenen Wanzen und auch die Larven beenden die Nahrungsaufnahme, wenn die Temperatur am Tage höchstens einige Grade über 0°C ist. Die Tiere sitzen unbeweglich an denselben Stellen, wo die Kälte sie überrascht hat, beginnen aber allmählich stammabwärts zu kriechen. In Südschweden kulminiert die Abwanderung Mitte Oktober. Obgleich *A. cinnamomeus* ein wärmeliebendes Insekt ist, vertragen seine Entwicklungsstadien relativ niedrige Temperaturen, sogar mehrere Minusgrade. Falls die Temperatur während der Migration plötzlich sinkt, liegen die Tiere erstarrt in den Rindenritzen, um dann wieder in Bewegung zu kommen, wenn das Wetter wärmer wird. In den südlichen Landesteilen kann man noch so spät wie Ende Oktober junge Larven oben auf den Stämmen finden. Im November befinden sich alle Stadien in der Regel in Winterverstecken. Besonders aktiv, bis spät in den Herbst hinein, ist die Wanzenpopulation auf der Insel Öland. In Polen geschieht die Herbstmigration im November bei $+3,5^{\circ}\text{C}$ (Stravinski 1925) und in Lettland in der zweiten Oktoberhälfte bis Mitte November bei einer Mitteltemperatur von $+3^{\circ}\text{C}$ (Ozols 1960). Schnaider (1968) findet, dass die Herbstmigration von Jahr zu Jahr sehr unregelmässig vor sich gehen kann. Nach seinen dreijährigen, in Polen durchgeführten Temperaturmessungen soll die Abwanderung am lebhaftesten bei Temperaturen unter 0°C vor sich gehen. Turcek (1964) untersuchte die Überwinterungsverhältnisse in der Slowakei und seine Beobachtungen stimmen mit den Erfahrungen in Polen überein. Auch dieser Verfasser ist der Ansicht, dass die Aktivität in hohem Grade von der Fluktuation der Temperatur abhängt. Er berichtet, dass die Wanzen im Jahre 1962 noch

Anfang November saugtätig waren, dass sich aber die gesamte Population zu gleicher Zeit ein Jahr später in Winterruhe befand. Ähnliche Beobachtungen wurden in Schweden gemacht. Am 3.10.1972 hat der Verfasser in der Umgebung von Stockholm — trotz 2—3 Minusgraden nachts — am nächsten Tage zahlreiche saugende Larven angetroffen.

6.5.2 Überwinterung in Südschweden

Untersuchungen, die an zahlreichen Orten in Süd- und Mittelschweden durchgeführt wurden, zeigen, dass die Kiefernrindewanze — sowohl erwachsene Tiere als Larven — hauptsächlich unter der Rinde an der Stammbasis überwintert. In der Bodendstreu überwintert nur ein sehr geringer Teil der gesamten Population. Ein Überblick gibt folgende Protokollangaben.

Untersuchungsort Norrtälje (ca 70 km NO von Stockholm):

Am 3.11.71 wurde eine stark befallene 4,5 m hohe und ca 5,5 cm dicke Kiefer analysiert. Nach der Fällung der Kiefer wurde ein 50 cm langer basaler Teil des Stammes in zwei je 25 cm lange Sektionen (A und B) geteilt und auf den Befall untersucht.

Ausserdem wurde die Bodendstreu in einem Umkreis von 20 cm rund um den Stamm eingesammelt und im Labor untersucht.

Ergebnisse:

Sektion A: ♂ 212, ♀ 160, ♀ 3, L2 = 377

Sektion B: ♂ 31, ♀ 30 = 61

Σ 438

Bodendstreu: ♂ 8, ♀ 27 = 35

Prozentuelle Verteilung: Stamm 93 %, Bodendstreu 7 %. Die Hauptmasse der Population befand sich unterhalb der Schneedecke (normalerweise über 60 cm).

Untersuchungsort Böda (Öland):

Es wurden zwei ca 2 m hohe und 22 Jahre alte angepflanzte Kiefern untersucht. Die Kultur war einem mehrjährigen starken Angriff der Wanze ausgesetzt, und die Stämmchen waren ihrer ganzen Länge nach mit abstehenden Borkenschuppen bedeckt. Die

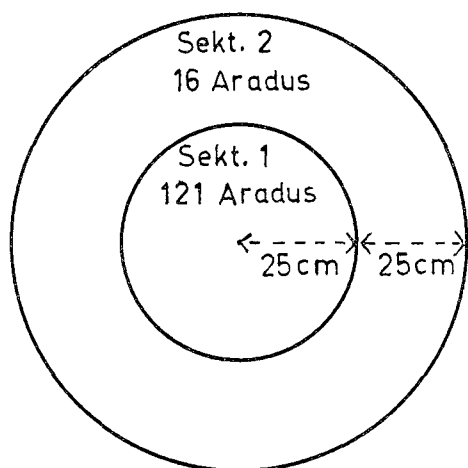


Abb. 11. Versuch in Lina-Heide.

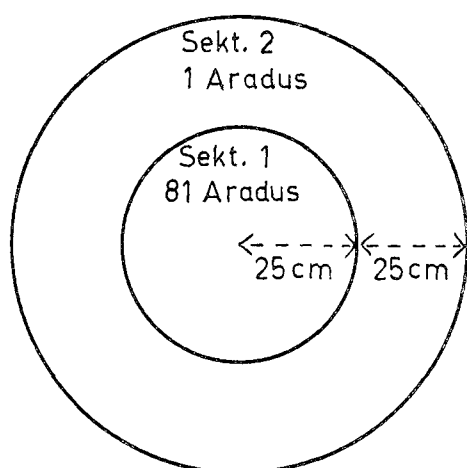


Abb. 12. Versuch in Tärendö.

Probefebäume wurden im Januar 1969 abge-
sägt und die Stämme in je drei Sektionen
eingeteilt: A — Basis 35 cm, B — Mittlere
Partie 40 cm, C — Zopfende 75 cm.

Ergebnisse:

Kiefer 1. Sektion A: 265 Larven
Sektion B: 95 Larven
Sektion C: 0

Kiefer 2. Sektion A: 93 Larven
Sektion B: 50 Larven
Sektion C: 0

Summe: Kiefer 1 und 2. Sektion A: 358 (70 %)
Sektion B: 145 (30 %)

Die gesamte Population bestand aus L4
(1969 war ein Eiablagejahr). In der Boden-
streu befanden sich keine Wanzen. Es ist
bemerkenswert, dass die Wanzen auf Öland
so hoch am Stamme überwintern. Die Bo-
denvegetation in der untersuchten Kultur
bestand aus hoher und dichter Heidekraut-
decke (*Calluna vulgaris*). Man kann ver-
muten, dass die Wanzen unter erwähnten
Verhältnissen meiden, zu nahe am Boden
— wegen hoher Feuchtigkeit — zu über-
wintern. Die relative Feuchtigkeit ist be-
deutend höher in den unteren Schichten
eines Bestandes (Lütze 1967).

Nach Tropin (1949) überwintert nur eine
sehr geringe Anzahl der Wanzenpopulation
in gemischten Beständen der Ukraine an
der Basis der Stämme. Im allgemeinen ge-
schieht die Überwinterung in anderen Län-

dern ebenso wie in Südschweden, d.h. unter
der Rinde und teilweise in der Bodenstreu.
Nähere Untersuchungen über die Überwin-
terung wurden, ausser in der Ukraine, auch
in Lettland (Ozols 1960) und teilweise in der
Slowakei durchgeführt (Turček 1964). Be-
züglich der Überwinterungsverhältnisse im
nördlichen Russland sowie in den westeuro-
päischen Ländern liegen keinerlei Angaben
vor. Nach Kerzhner & Yachevskii (1964) ist
die Wanze in Nordrussland nicht antreffbar.

6.5.3 Überwinterung in Nordschweden

In den nördlichen Teilen des Landes beginnt
die Herbstmigration Anfang September und
dauert eine kurze Zeit. Genauere Unter-
suchungen wurden an zwei Orten unter-
nommen: auf der sogenannten Lina-Heide,
ca 50 km nördlich vom Polarkreis, sowie in
Tärendö, etwa 10 km weiter nördlich. Auf
der Lina-Heide wurden für die Unter-
suchungen zwei 34—35jährige befallene Kie-
fern (Naturbesamung) ausgezeichnet. Die
Kiefern wurden am 23.10.1964 gefällt und
die Stämme auf den Befall untersucht. Die
Bodendecke bestand nur aus Renntiermoos,
Cladonia rangiferina, und der Boden aus
Sedimentsand. Die Bodenstreu wurde sek-
tionsweise (Kreisringe) entnommen: Sektion
1 bis 25 cm Abstand von der Stammbasis,
Sektion 2, 25—50 cm (Abb. 11, 12). Die

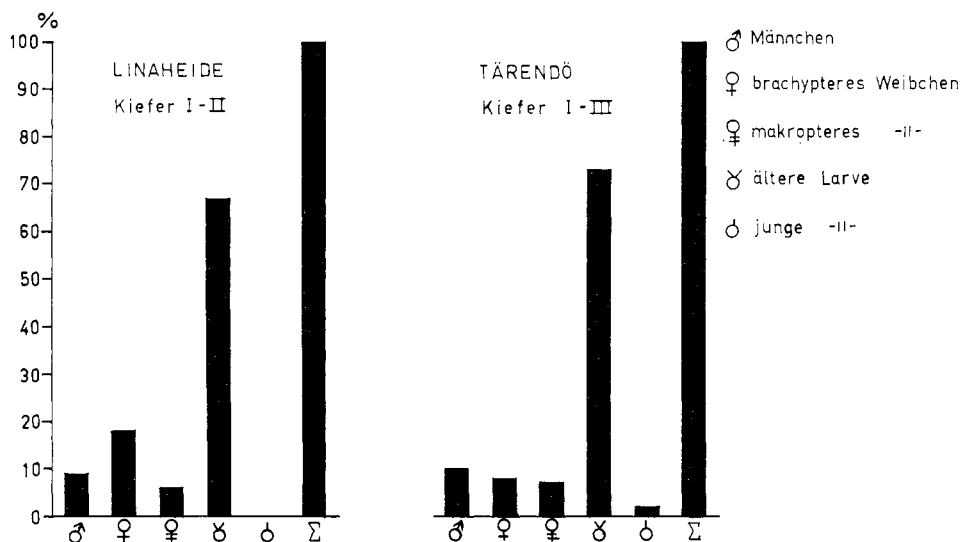


Abb. 13. Zusammensetzung der in der Bodenstreu überwinternden Wanzenpopulation (%).

Bodenstreuproben wurden in feinmaschige Säcke gefüllt und im Labor untersucht. Bei der Untersuchung der gefällten Stämme wurde unter der Rinde keine einzige Wanze gefunden, auch nicht an der Basis.

In Tärendö wurden am 27. Oktober desselben Jahres drei selbstbesamte angegriffene Heidekiefern gefällt und untersucht. Unter der Rinde wurden keine Wanzen gefunden. Die Bodenstreuproben hat man wie vorher sektionsweise entnommen. Der Boden war leicht gefroren und mit dünner Schneeschicht bedeckt. Alle Säcke mit den

Proben wurden nach Stockholm gebracht und im Labor bei Zimmertemperatur aufgehängt. Gleichzeitig beim Austrocknen des Inhaltes der Säcke (Renntiermoos, Nadeln usw.) sammelten sich die in den Proben befindlichen Wanzen im oberen Teil der zugebundenen Säcke. Diese „Extrahierung“ dauerte drei Wochen. Die ausgekrochenen Wanzen wurden täglich gesammelt und registriert.

Die Ergebnisse der Untersuchungen in der Lina-Heide und in Tärendö sind in Abb. 11—13 sowie Tab. 3—4 wiedergegeben.

Tab. 3. Lina-Heide. Die Anzahl der in der Bodenstreu überwinternden Wanzen.

	Anzahl und Zusammensetzung der Population					
	♂	♀	♀	♂	♂	Σ
Kiefer I, Sektion 1	12	35	12	80	—	139
Ki. II, Sekt. 1	6	7	2	87	—	102
Ki. I + II, Sekt. 1	18	42	14	167	—	241
Ki. I, Sekt. 2	4	3	2	7	—	16
Ki. II, Sekt. 2	4	3	—	8	—	15
Ki. I + II, Sekt. 2	8	6	2	15	—	31
Ki. I, Sekt. 1 + 2	16	38	14	87	—	155
Ki. II, Sekt. 1 + 2	10	10	2	95	—	117
Σ Ki. I + II	26	48	16	182	—	272
Durschn./Kiefer	13	24	8	91	—	136

Tab. 4. Tärendö. Anzahl der in der Bodenstreu überwinternden Wanzen.

	Anzahl und Zusammensetzung der Population					
	♂	♀	±	○	◊	Σ
Kiefer I, Sektion 1	9	11	5	57	4	86
Ki. II, Sekt. 1	10	4	6	42	2	64
Ki. III, Sekt. 1	6	5	6	78	—	95
Ki. I—III, Sekt. 1	25	20	17	177	6	245
Ki. I, Sekt. 2	—	—	1	1	—	2
Ki. II, Sekt. 2	—	—	—	—	—	—
Ki. III, Sekt. 2	—	—	—	—	—	—
Ki. I—III, Sekt. 2	—	—	1	1	—	2
Ki. I, Sekt. 1 + 2	9	11	6	58	4	88
Ki. II, Sekt. 1 + 2	10	4	6	42	2	64
Ki. III, Sekt. 1 + 2	6	5	6	78	—	95
Σ Ki. I—III	25	20	18	178	6	247
Durchschn./Kiefer	8	7	6	59	2	82

In Nordschweden überwintern die Kiefern-rindenwanzen in der Bodendecke ganz nah am Stamm und an der Grenze des Mineralbodens (Sand). Unter der Rinde an der Basis der Stämme wurden keine überwinternde Individuen gefunden. Aus der Zusammensetzung der Population ist zu ersehen, dass die erwachsenen Tiere und die Larven unter gleichen Verhältnissen überwintern.

6.6 Nahrungsbäume

Aradus cinnamomeus kann als monophages Insekt betrachtet werden. Die Wanze kommt gelegentlich auch auf der Lärche vor, doch nur zufällig. Die Hauptart ist *Pinus sylvestris*, doch auch mehrere andere Kiefernarten werden befallen. In Schweden ist das Vorkommen der Wanze auf *P. mugo*, *P. nigra (austriaca)*, *P. strobus* und *P. contorta* festgestellt worden. Nach Angaben aus anderen Ländern sind noch folgende Arten zu erwähnen: *P. banksiana* und *P. coraiensis* (Slowakei), *P. rigida* (Polen), *P. pallasiana* und *P. cembra* (USSR), *P. halepensis* (Israel) und *P. pinastri* (Spanien) sowie *P. corsicana* (Belgien).

Der Schädling kann vermutlich auf den meisten Kiefernarten leben, bevorzugt jedoch nur einige Arten, und zwar solche, deren Rindenbeschaffenheit ein verborgenes

Dasein ermöglicht. Glattrindige Kiefern wie *P. strobus*, *P. austriaca (nigra)* und *P. contorta*, sowie *P. banksiana* werden garnicht oder nur sporadisch und im Notfall befallen.

Der Verfasser hat Gelegenheit gehabt, das Vorkommen der Kiefern-rindenwanze auf der Strobe und der Schwarzkiefer auf der Insel Öland zu studieren, wo diese Arten an zahlreichen Stellen gemischt oder in der Nähe der gewöhnlichen Kiefer wachsen. Trotz reichlichen Vorkommens der Kiefern-rindenwanze werden diese Arten fast gänzlich vermieden. Dass auch *P. banksiana* nicht besiedelt wird, wurde an einem anderen Ort auf einer mit *P. sylvestris* und *P. banksiana* bepflanzten Kahlfläche festgestellt. Während die gewöhnliche Kiefer von der Wanze äusserst stark befallen war, verblieben sämtliche Bankskiefern im gleichen Alter vollkommen verschont (Forstamt Strängnäs, 1971).

Nach Angaben einiger hemipterologischer Schriften soll *A. cinnamomeus* auch auf einer Reihe von Laubbäumen vorkommen (Kiritschenko 1913). Stark (1933) studierte die Ausbreitung und die Lebensgewohnheiten der Aradiden in der europäischen Taiga. Er schreibt, dass er vereinzelt *A. cinnamomeus* auf verschiedenen Baumarten fand, darunter sogar *Sorbus* und *Prunus padus*, jedoch nur als Imago und zur Zeit der Überwinterung. In diesem Zusammen-

hang erwähnt auch Stravinski (1950) das Auftreten der Kiefern-rindenwanze auf anderen Bäumen als Kiefer, z.B. auf *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Juniperus* usw.

*Die Kiefern-rindenwanze lebt und ernährt sich nicht auf Laubbäumen, auch nicht auf Fichte (Picea exelsa) oder anderen Nadelbäumen, sondern nur auf der Kiefer und ihren Rassen, sowie auf der Lärche und kann auf anderen Baum- und Straucharten nur zufällig vorkommen*¹.

Eine Kiefer wird angegriffen, nachdem die Rinde eine borkige Struktur angenommen hat. In Südschweden können schon 5—6jährige Kiefern-pflanzen befallen werden, im Norden 10—15jähriger Kiefern-nachwuchs.

Stichproben auf einer Heide im nördlichen Schweden ergaben von 10 untersuchten 1—1,2 m hohen und nur 2 cm dicken Stämmchen durchschnittlich 5 Wanzenlarven pro Bäumchen. Die Rinde der Kiefern war nur an der Basis borkig. Der Schädling lebt auf den heimgesuchten Kiefern mehrere Generationen lang. Die Population vermindert sich sukzessiv mit zunehmenden Alter des Baumes und Saftarmut zufolge von dauerndem Angriff. Meistens werden Bäume älter als 30—35 Jahre nicht angegriffen. Es gibt jedoch Ausnahmen. Es kann vorkommen, dass älteres Stangenholz in der Wipfelregion angegriffen wird. Diese Feststellung machte der Verfasser erst in Holland und danach auch an einigen Orten in Schweden (Brammanis 1973).

Bei Untersuchung einiger ca 30—40 cm dicken Kiefern, die im Norden auf einer abgeholzten Kahlfläche stehen gelassen wurden und von sehr stark befallenem Kiefern-jungwuchs umgeben waren, erwies sich, dass die Bastschicht der basalen Teile dieser Kiefern bis 1,5 m hoch mit frischen Saugflecken übersät war. In der oberen Stammregion fand man jedoch keine Spuren der Wanzentätigkeit. Bezüglich des Vorkommens der Kiefern-rindenwanze auf der Lärche liegen einige Berichte aus der USSR und der Slowakei vor. Am meisten wird *L. decidua*, *L. leptolepis* und *L. dahurica* befallen, weniger oder gar nicht *L. sibirica* und *L. sukaczewii*, was durch die Beschaf-

fenheit der Rinde zu klären ist (Ciplakova & Derushkin 1970). In der Slowakei werden *L. decidua*-Bestände befallen (Turček 1964). Ein sporadisches Vorkommen auf *L. leptolepis* wurde in Nordwestdeutschland notiert (Schindler 1972). In Schweden, wo die Lärche nur versuchsweise gezüchtet wird, wurde bisher kein Befall beobachtet.

6.7 Auswanderung und Dispersion

Die Kiefern-rindenwanze ist ein träges, standfestes Insekt, das sich so lange auf ein und demselben Baum fortpflanzen kann, wie dieser die Population mit Saft versorgen kann. Die Wanze meidet nicht nur ältere, grobborkige Kiefern, sondern auch zufolge der Saugtätigkeit saftarme, erkrankte Bäume. Bei solchen Kiefern ist die Bastschicht zäh, angetrocknet und schwer zu schälen. Die Auswanderung von älteren Herden zu neuen Ansiedelungen vollzieht sich allmählich und unauffällig.

Deutlich merkbar geschieht dies aber, falls in der Nähe eines erlöschenden Rindenwanzenherdes eine neue Kultur angelegt wird. Der Verfasser hat auf der Insel Öland beobachtet, wie eine knapp 10jährige Kiefern-pflanzung von der Wanze heimgesucht und vollkommen in Besitz genommen wurde.

Wie schon erwähnt, werden Kiefern-pflanzen in der Regel erst nach Bildung der schuppigen Rinde angegriffen. In Südschweden geschieht dies im Alter von 6—7 Jahren. Bei Untersuchung der erwähnten 10-jährigen Pflanzung im Herbst 1973 erwies sich, dass die gesamte Wanzenpopulation aus der Eiablage 1972 herstammte. Man kann deswegen annehmen, dass die Invasion in der jungen Kultur höchstens im Laufe von zwei Generationen erfolgte. (Näheres über die Populationsgrösse in dieser Kultur s. Abschn. 7.4.)

¹ In diesem Zusammenhang sei zu bemerken, dass es irreführend sein kann, wenn in einem Handbuch der Forstinsekten (Schwenke 1972) bezüglich des Vorkommens der Kiefern-rindenwanze eine Reihe von Baumarten genannt wird, auf welchen dieser Schädling höchstens nur ganz gelegentlich anzutreffen ist.

Das Entstehen von neuen Brutstätten geschieht mit Hilfe der geflügelten Weibchen. Gewöhnlich ist der Anteil dieser Weibchen-Form sehr gering (1—3 %). Das Erscheinen so grosser Wanzenmengen an jungen Pflanzen unter so kurzer Zeit ist daher anmerkungswert. In der oben erwähnten, älteren heimgesuchten Kultur betrug 1968 die Anzahl der geflügelten Weibchen nur 1 % der gesamten Population, während der Anteil in einer in der Nähe befindlichen 13—15jährigen noch frohwüchsigen Pflanzung 6 % ausmachte.

Auch an anderen Stellen wurden oft mehr makroptere Weibchen auf jungen, gesunden Kiefern als auf kränkelnden, „ausgesaugten“ angetroffen. Mehrere Verfasser sind der Ansicht, dass Nahrungsmangel die Ursache der Entwicklung von geflügelten Weibchen sei (Analogie mit Blattläusen). Kunkel & Mittler (1971) haben experimentell bewiesen, dass die Nahrung die Bildung von Flügeln bei einigen Aphididen bewirkt.

Man kann vermuten, dass die heftige Invasion der 10jährigen Kultur unter so kurzer Zeit durch eine höhere Anzahl geflügelter Weibchen und hohe Fertilität hervorgerufen werden konnte.

Ein Versuch wurde angelegt um zu ergründen, ob die Kiefern-rindenwanzen während der Entwicklung ihren Standort wechseln und Wanderungen unternehmen. Für diesen Zweck wurden auf einer Heide mehrere befallene Jungkiefern mit je einem ca 12 cm hohen vierkantigen Rahmen umgeben. Die oberen Seiten des in den Boden eingefügten Rahmens wurden mit Insektenleim bestrichen. Einige der eingerahmten Kiefern befanden sich infolge des Befalls in absterbendem Zustand.

Der Versuch wurde im Juni angelegt und dauerte zwei Sommer. Der Leim wurde mehrmals erneuert und die Kontrolle der eingerahmten Kiefern erfolgte zu verschiedenen Zeitpunkten. Es hat sich erwiesen, dass die auf den Bäumen ansässige Generation an den Wohnort gebunden ist und während der Vegetationsperiode keine Wanderungen vornimmt, auch dann nicht, wenn die Nahrungsbäume sehr geringe Lebenskraft aufweisen. An den beleimten Rahmen

wurden keine, höchstens vereinzelte Wanzen vorgefunden.

Die Verhältnisse änderten sich, nachdem man eine der eingerahmten Kiefern abholzte, den Stamm in Stücke zersägte und diese auf der eingerahmten Fläche liegen liess. Gleichzeitig mit dem Austrocknen der Stammteile verliessen die Wanzen das Holz und versuchten auszuwandern, wurden jedoch auf dem Leim gefangen. Bei der Nachprüfung und der Ermittlung der Population erwies sich, dass die Mehrzahl der Wanzen auf der nach Süden gerichteten Seite des Rahmens anzutreffen war (78 Individuen), während auf der Nordseite im Ganzen nur 11 Wanzen gefunden wurden. Auf den übrigen zwei Seiten des Rahmens wurden insgesamt und ziemlich gleichmässig verteilt 73 Individuen gefunden.

Die gesamte Population bestand nur aus erwachsenen Tieren (Männchen und brachyptere Weibchen).

Dieses Ergebnis bekräftigt die Lichtliebe der Kiefern-rindenwanze. Ferner ist aus dem Versuch zu ersehen, dass die Wanzen so lange auf dem Nahrungsbaum bleiben können bis die Lebensfunktion des Baumes vollkommen aufhört. Es wurde versucht, das Verhalten der flügellosen Population, die gezwungen ist, eine neue Nahrungsquelle aufzusuchen, experimentell zu ermitteln. In dieser Absicht wurden einige mit Wanzen reichlich besetzte Jungkiefern gefällt und deren Stammteile in Zwischenreihen einer fünfjährigen Kiefern-pflanzung ausgelegt. In der ersten Woche wurden noch zahlreiche saugende Wanzen unter der Rinde der ausgelegten Kloben vorgefunden, später keine. Nach einiger Zeit konnte man an der Basis der in der Nähe befindlichen jungen Kiefern-pflanzen vereinzelte Wanzen finden. Der Versuch hat bewiesen, dass die Rindenwanzen auf der Suche nach Nahrung die benachbarten Kiefern, auch ganz junge Pflanzen angreifen. Die Population bestand auch in diesem Falle aus erwachsenen Tieren. In diesem Zusammenhang ist folgende Beobachtung bemerkenswert.

Bei der Untersuchung des Vorkommens der Kiefern-rindenwanze in einer im gleichen Sommer geläuterten ca 15jährigen Kiefern-

kultur, die schon vor der Läuterung licht war, wurden zahlreiche junge Wanzenlarven auf den am Boden liegenden abgehauenen Jungkiefern vorgefunden. (Umgebung von Stockholm 1972.)

Die Larven stammten aus Eiablagen desselben Jahres, doch *vor der* Läuterung. Bei wiederholten Untersuchungen fand man zahlreiche Larven auf den am Boden liegenden Kiefern, sogar nachdem die Stämme von *Pityogenes quadridens* befallen worden waren. Die meisten Larven hatten ein schwächliches Aussehen. Man kann vermuten, dass junge Larven (L1—L3) nicht imstande sind, ihren Standort bei Nahrungsmangel zu wechseln, und dass solche Larven allmählich absterben.

Diese Tatsache müsste man bei Durchführung von Läuterungen beachten und den Zeitpunkt möglicherweise an die Lebensweise des Schädlings anpassen, d.h. im „Flugjahr“ läutern.

6.8 Einfluss der Bestandesdichte

Die Vorliebe der Kiefern-rindenwanze für Licht und Wärme beeinflusst in hohem Masse ihr Vorkommen und ihre Lebensweise. Es wurde ein Versuch durchgeführt, das Verhalten der Wanze unter verschiedenen Lichtverhältnissen klarzulegen. Für die Untersuchungen wurde eine Dichtung gewählt, die von einem gelichteten Kiefern-nachwuchs gleichen Alters umgeben war. Die Abschätzung der Wanzenpopulation erfolgte längs drei paralleler Linien: Linie A entlang der Südkante der Dichtung, Linie B

in der Mitte der Dichtung (Dichtegrad 1,0) und Linie C in dem vor einigen Jahren geläuterten Jungwuchs (Dichtegrad 0,4—0,5).

Längs der drei Taxationslinien wurde jede dritte Kiefer (Alter 35 Jahre) als Probebaum markiert, insgesamt 15 Probebäume per Linie. Die Berechnung der Wanzenzahl erfolgte auf 50 cm breiten Stammringsflächen in der Mitte der Probestämme. Auf jeder dieser Probestämme wurde die Anzahl der Wanzen — getrennt für Süd- und Nordseite des Stammabschnittes — berechnet. Ausserdem wurden die Höhe (H), der Durchmesser (D) sowie der Gesundheitszustand der Probekiefern notiert. Es hat sich erwiesen, dass von 15 Probebäumen entlang der Dichtung 7 Kiefern einen stark herabgesetzten Zuwachs hatten, während in der Mitte der Dichtung nur 2 Bäume eine auffallende Stagnation aufwiesen. In dem durchlichteten Jungwuchs befanden sich 5 Probekiefern in kränkendem Zustand. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tab. 5 angeführt. Aus den Zahlen ist zu ersehen, dass die Wanzenpopulation im geschlossenen Bestande weit geringer ist als auf Randbäumen und auch in gelichtetem Jungholz. Die Wanzen bevorzugen, sich auf der meist exponierten Stammseite aufzuhalten. Ein Unterschied in der Zusammensetzung der Population unter verschiedenen Lichtverhältnissen konnte nicht wahrgenommen werden, mit Ausnahme der makropteren Weibchen, die in schattiger Lage in geringerer Anzahl auftraten: Linie A 40 ♀ (6,7 %), Linie B 1 ♀ (0,01 %), Linie C 19 ♀ (3 %).

Aus den vergleichenden Populationsunter-

Tab. 5. Wanzenpopulation in Relation zur Bestandesdichte.

	Durchschn. Höhe	Durchschn. Diam.	Durchschn. Anzahl Wanzen				Σ'
			Sekt.	dm ²	dm ² N.S.	dm ² S.S.	
<i>Linie A</i>							
Rand der Dichtung	3,5 m	5,0 cm	48	6,3	4,4	8,8	721
<i>Linie B</i>							
Dichtung	3,6	5,0	9	1,3	1,0	1,5	145
<i>Linie C</i>							
Gelichteter Jungwuchs	3,0	5,0	41	5,3	5,2	5,5	622

suchungen ist zu ersehen, dass der hohe Prozentsatz exponierter Kiefern mit herabgesetztem Zuwachs eine Folge der Wanzen-tätigkeit ist.

Ausser den Randbäumen besiedelt die Wanze auch in Dickungen entstandene Lücken, doch in geringem Masse. Untersuchungen in der erwähnten Dichtung ergaben 1,5 Individuen per dm^2 in lückenhaftem Teil, 1,3 Individuen/ dm^2 in dichtem, lückenlosem Teil der Dichtung.

Man kann z.Zt. in Schweden selten eine nicht geläuterte Kieferndickung antreffen. Die Kiefernkulturen werden in weitem Verband angelegt und ausserdem geläutert. In Südschweden dürfen nicht mehr als 2000 bis 3000 Kiefern per ha gepflanzt werden.

In diesem Zusammenhang ist der äusserst grosse Unterschied zwischen den waldbaulichen Richtlinien in Schweden und in Deutschland anmerkungswert. In den wohlbekannten Waldgebieten der Lüneburger Heide, sowie in dem sandigen Emsland pflegt man nach den letzten Vorschriften 17 000 Kiefern per ha zu pflanzen. Die sehr dichten Kulturen werden in der Regel nicht geläutert. Man kann in den Dickungen nicht die geringste Spur eines eventuellen Vorkommens der Wanze finden. Die Kiefern-rindenwanze ist in Deutschland ebenso einheimisch wie in Schweden, doch ohne merkbare forstschutzliche Bedeutung.

Es werden meistens Randbäume, durch Schütte verursachte Sterblücken und misslungene Aufforstungen befallen. Reichlich ist das Vorkommen auf freistehenden Kiefern (Brammanis 1965, 1973, Schindler 1972).

In Südschweden kann man an mehreren Orten Kieferndickungen antreffen, die, ebenso wie die in Deutschland, nicht von der Kiefern-rindenwanze befallen werden. Es sind dies vor allem von Privatbesitzern angelegte, vereinzelte Kiefern-pflanzungen auf mageren, für die Landwirtschaft unbrauchbaren Böden. Diese Kulturen haben keine so extrem hohe Stammanzahl wie in Deutschland, meistens im Verband 1,2—1,3 m. Das genügt vollkommen, wie sich erwiesen hat, die Bestände, mit Ausnahme von Randbäumen, frei vom Befall der Rin-

denwanze zu halten.

Unweit des Badeortes Åhus in Schonen befinden sich ein sehr lichter Stangenholzbestand, der durch den dauernden Angriff von *Aradus* und *Blastophagus* vollkommen verkrüppelt worden ist. Der Bestand wurde auf einer ehemaligen, sandigen Weide angelegt. Einige hundert Meter weiter wurde später ein Teil desselben Geländes ebenfalls mit Kiefern bepflanzt. Diese Kultur bildet z.Zt. eine gut geschlossene Dichtung. Trotz häufigen Vorkommens der Wanze in der nächsten Nachbarschaft, konnte man bis zur letzten Zeit nur ein vereinzeltes Vorkommen des Schädling auf Randbäumen der Anpflanzung und längs einer Schneise feststellen. Diese lückenlose, dichte Kultur war in dem oben erwähnten, früher allgemein angewandten Verband angelegt (ca 5500—6000 Pflanzen/ha).

Voronov (1956) hat die Befallsdichte der Kiefern-rindenwanze im Verhältnis zum Dichtegrad des Bestandes untersucht. Nach seinen Feststellungen werden bei der Dichte 0,4 sämtliche Kiefern befallen (62 Wanzen/ dm^2), bei 0,6—86 % (29 Individuen/ dm^2), während bei Dichtegrad 0,8 und 1,0 nur 13 und 11 % der Kiefern Angriff aufweisen (5,6 resp. 1,3 Individuen/ dm^2).

Die angeführten Untersuchungen und Beobachtungen beweisen, wie notwendig es ist, die heliophile Eigenschaften der Wanze beim Anbau der Kiefern zu berücksichtigen.

6.9 Verteilung der Population auf dem Stamme und Populationsdichte

Wie früher erwähnt wurde, befällt die Wanze junge Kiefern erst nachdem die Rinde begonnen hat, schuppig zu werden. Zuerst wird die borkige Stammbasis besetzt. Mit zunehmender Höhe und Alter der angegriffenen Bäume, erstreckt sich der Befall auf höhere Stammteile mit schuppiger Rindenstruktur. Die oberen Stammpartien mit Spiegelrinde werden in der Regel vermieden. Ebenso wie die dünnrindigen letztjährigen Triebe.

Bei mehrere Meter hohen Kiefern findet man zuweilen frischgeschlüppte Larven und Saugwunden auch an glattrindigen Trieben



Abb. 14. Eine auf die Befallsdichte analysierte Kiefer. Nordschweden.

Eier an dünner Rinde ablegen, um den jungen Larven den Zugang zur Nahrung zu erleichtern. Tropin (1949) hat die Befallsdichte in 8 bis 25jährigen Kiefernkulturen untersucht. Er fand die höchsten Populationen auf Stammteilen mit reichlich ausgebildeten Rindenschuppen. Turchek (1964) hat die Population an der Stammbasis, in der Stammitte und in der oberen Region von einer Anzahl Probestämme untersucht. Er fand die grösste Dichte um die Stammitte. Nach Turcheks Auffassung werden Stammteile unterhalb 1,5 m bei Kiefern über 20 Jahre nicht besetzt.

Einige Untersuchungen über die Verteilung der Wanzenpopulation wurden im nördlichen Schweden auf einer Kiefernheide mit ca 35—40jähriger lichter Selbstverjüngung durchgeführt. Es wurden im ganzen 10 Probestämme analysiert (Abb. 14). Die Ermittlung der Population erfolgte sektionsweise durch Einteilung der Stämme von der Basis bis zur Spitze in je 25 lange Abschnitte. Die Populationsdichte wurde je dm^2 Mantelfläche der entsprechenden Sektionen berechnet. Auf jeder Sektion wurde die Anzahl der Wanzen — für Nord- und Südseite getrennt — ermittelt. Die Ergebnisse der Stammanalysen sind in Tab. 6 angegeben. Die Analysen ergaben folgendes:

oberhalb der borkigen Rindenregion. Es scheint, als ob die Weibchen bewusst die

Tab. 6. Stammanalysen.

	Probestämme									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Höhe m	3,0	3,20	3,05	3,55	3,25	2,25	2,90	3,75	5,35	4,40
<i>Sekt. 1</i>										
Diam. cm	6,0	6,0	5,0	5,2	7,0	5,5	5,7	5,3	8,0	8,2
Imago	1	—	—	—	—	2	1	1	2	2
Larven	38	23	19	11	31	32	15	20	—	10
Σ	39	23	19	11	31	34	16	21	2	12
Anzahl/ dm^2	8	5	5	3	6	8	4	5		2
<i>Sekt. 2</i>										
Diam. cm	5,5	6,0	5,0	5,0	6,2	5,0	5,2	4,8	7,6	7,2
Imago	1	1	—	—	—	2	1	—	—	2
Larven	71	45	58	13	50	51	16	16	4	42
Σ	72	46	58	13	50	53	17	16	4	44
Anzahl/ dm^2	17	10	15	3	10	14	4	4	1	8

	Probeebäume									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Höhe m	3,0	3,20	3,05	3,55	3,25	2,25	2,90	3,75	5,35	4,40
<i>Sekt. 3</i>										
Diam. cm	5,0	5,8	4,6	5,0	5,8	5,0	5,2	4,7	7,5	6,8
Imago	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—
Larven	136	52	25	29	46	51	26	18	13	62
Σ	137	52	25	29	46	51	27	18	14	62
Anzahl/dm ²	35	11	7	8	10	13	5	5	2	12
<i>Sekt. 4</i>										
Diam. cm	4,6	5,7	4,5	4,8	5,4	4,5	5,0	4,3	7,2	6,2
Imago	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—
Larven	209	36	20	17	7	7	30	25	45	63
Σ	209	36	20	17	7	9	32	25	45	63
Anzahl/dm ²	58	9	6	4	2	3	8	7	8	13
<i>Sekt. 5</i>										
Diam. cm	4,0	5,0	4,2	4,4	5,0	4,2	4,7	4,0	7,0	6,0
Imago	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—
Larven	26	75	8	5	1	—	24	16	58	79
Σ	26	76	8	5	1	1	24	16	58	79
Anzahl/dm ²	8	20	2	1			7	5	9	17
<i>Sekt. 6</i>										
Diam. cm	3,8	5,0					4,5		7,0	5,7
Imago	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Larven	1	67	—	—	—	—	20	—	107	35
Σ	2	67	—	—	—	—	20	—	107	35
Anzahl/dm ²		18					6		19	8
<i>Sekt. 7</i>										
Diam. cm	3,3	4,7					4,2		7,0	5,4
Imago	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Larven	—	12	—	—	—	—	2	—	72	5
Σ	2	12	—	—	—	—	2	—	72	6
Anzahl/dm ²		4							13	1
<i>Sekt. 8</i>										
Diam. cm									6,7	5,3
Imago	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Larven	—	—	—	—	—	—	—	—	16	1
Σ	—	—	—	—	—	—	—	—	16	1
Anzahl/dm ²									3	
<i>Sekt. 9</i>										
Diam. cm									6,4	
Imago	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Larven	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—
Σ	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—
Anzahl/dm ²									1	
<i>Anz. Bäume</i>										
Imago	4	2	—	—	—	7	5	1	3	5
Larven	481	310	130	73	135	141	125	95	321	297
Σ	485	312	130	73	135	148	130	96	324	302

1. Eine Kulminierung der Populationsdichte bei durchschnittlicher Höhe von 1 m Abweichungen -50 und $+75$ cm hauptsächlich wegen der variierenden Baumhöhe. Mitt. Diameter $5,4$ cm bei Variation $-0,8$ und $+1,6$ cm.
2. Sektion 1 (Stammbasis) betrug im Durchschnitt $9,8\%$ der gesamten Population.
3. Eine rapide Abnahme der Population bei Übergang der schuppigen Rinde in Spiegelrinde. In dieser Region und an der Stammspitze wurden keine Wanzen angetroffen.
4. Geringe Population bei Kiefern mit schlechtem Wachstum (Kiefern III—VI, VIII) im Vergleich mit gesund aussehenden Probestämmen (Kiefern II, VII, IX).
5. In der Populationsdichte auf der Nord- und Südseite der lichtstehenden Kiefern wurde nur ein geringer Unterschied festgestellt (54% Südseite, 46% Nordseite).
6. Die Höhe des Baumes ist für die Grösse der Population nicht entscheidend. (Kiefer I: 3 m 485 Wanzen, Kiefer IX: $5,35$ m 324 Wanzen.)
7. Zur Zeit der Untersuchung (14.7.1964) bestand die Population fast ausschliesslich aus älteren und jüngeren Larven.

7 Schaden

7.1 Schadbild

Die Wanze saugt die lebenswichtigen Gewebe in der Bast- und Kambiumregion aus. Dank der grossen Reichweite des Saugrohres kann das Tier von einem Standpunkt aus eine bedeutende Stammfläche „abweiden“ und in tiefer liegende Gefässe und auch in das Sommerholz eindringen. Sowohl die erwachsenen Tiere als auch die jüngsten Larven können saugen. Durch Aussaugen der kambialen Zellen wird die Bildung von Leitbahnen unterbrochen und zerstört (Abb. 15, 16). Da die Saugtätigkeit auch die Bildung von Markstrahlen betrifft, wird auch die Verbindung zur Peripherie geschwächt. Die beschädigten Gewebepartien bilden auf der Innenrinde und auf dem Holze verschieden grosse Flecke. Die frischen Saugnarben sind anfangs weiss, später bräunlich. Bei hohen Wanzenpopulationen kann der ganze Stamm einer jungen Kiefer mit Saugwunden be-

deckt werden (Abb. 17). Das Holz wird knotig und maserig. Die Verletzungen sind in und zwischen den Jahresringen in Form von bräunlichen Streifen poröser Wundgewebe erkennbar. Bei fortgesetztem Angriff verdichten und verwirren sich die Jahresringe in so hohem Masse, dass sie garnicht zu unterscheiden sind (Abb. 18). Infolge eines dauernden Angriffes wird der sonst runde Stammquerschnitt sternförmig deformiert (Abb. 19).

Hält man eine dünne abgesägte Querschnittsscheibe des Stammes gegen eine starke Lichtquelle (Sonne), treten die verletzten Jahresringpartien in Form von schwarzen Streifen und Flecken hervor, die aus pigmentiertem Wundgewebe bestehen. Mit Hilfe dieses diagnostischen Verfahrens kann man feststellen, wann und wie stark der Baum dem Wanzenangriff ausgesetzt war (Abb. 20).

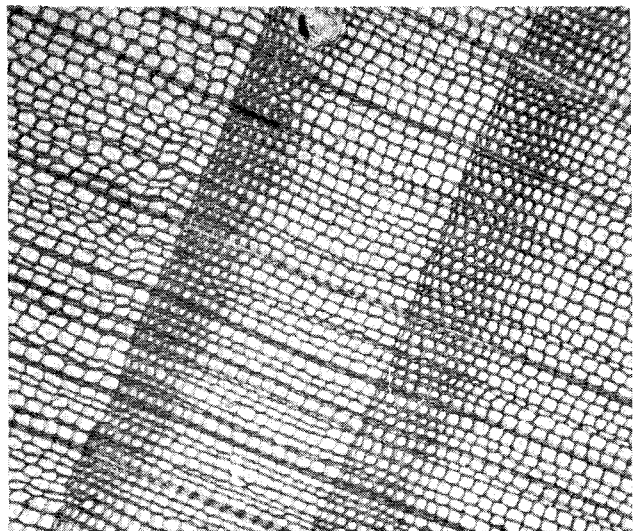


Abb. 15 a. Querschnitt durch gesundes Holz. 20× vergr.

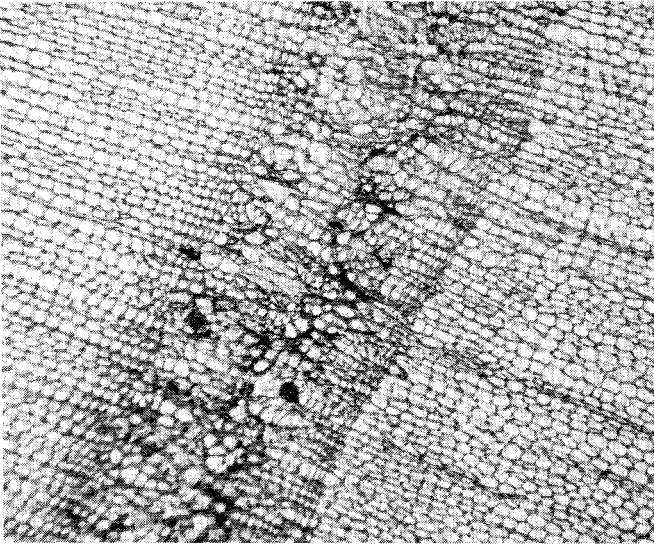


Abb. 15 b. Querschnitt durch beschädigtes Holz. $20\times$ vergr.

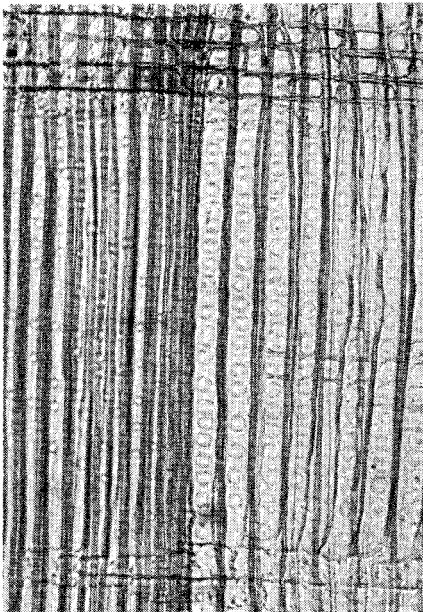


Abb. 16 a. Radialer Längsschnitt durch gesundes Holz. Ca $37\times$ vergr.

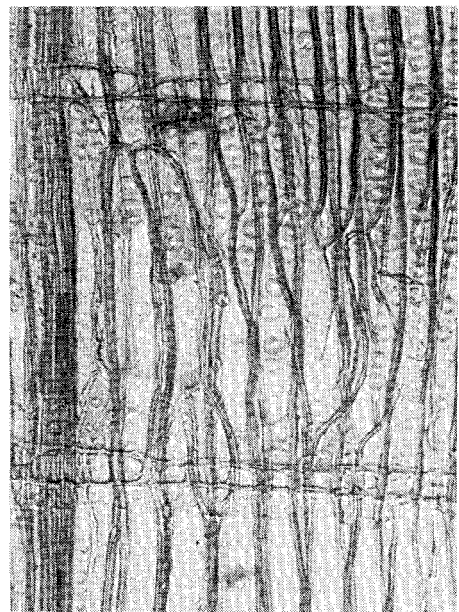


Abb. 16 b. Radialer Längsschnitt durch beschädigtes Holz. Ca $37\times$ vergr.

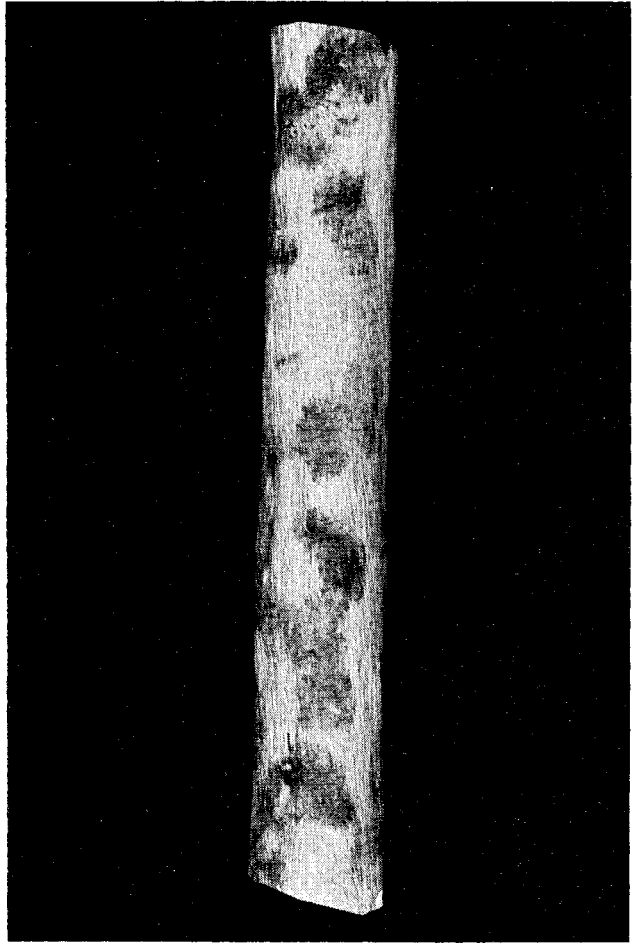


Abb. 17. Frische Saugwunden an einem entrindeten Stämmchen, Dalekarlien 1968. Etwas verkleinert.

Interessant sind in diesem Zusammenhang Veränderungen, die Lyr (1967) bei der Kiefer nach Verwundungen feststellte: „Wird bei der Verletzung das Kambium nicht entfernt, so tritt keine Schutzkernbildung ein, vielmehr regeneriert das noch lebende Kambium einige Schichten vom Korkgewebe, was an der Braunfärbung der Wunde leicht erkennbar ist.“

Die durch das Aussaugen deformierten Leitungsgewebe sind nicht imstande, ihre Funktionen zu erfüllen, was den Assimilationsprozess beeinflusst und den Baum allmählich in einen kränkenden Zustand versetzt. Die ersten Symptome der Erkrankung bestehen in der kontinuierlichen Vermin-

derung des Zuwachses. Die Krone beginnt dürrtig zu werden, die Benadelung wird kürzer, nicht frisch und steif, die Rindenschuppen abstehend und blättrig. Bei fortgeschrittenem Befall entsteht allmählich eine Verdorrung des Gipfels. Das Kronenende wird kahl und bebogen (Abb. 23, vergl. auch 32). Als Folge von wiederholten Verletzungen der Jahresringe können in schweren Fällen am Stamme Risse und mit Harz gefüllte Wunden entstehen, die das Absterben ganzer Stammportionen bewirken (Abb. 21, 22). Freistehende „Wanzenkiefern“ erhalten ein eigenartiges Aussehen während der untere Teil des Stammes mit ungewöhnlich langen und zahlreichen Seitenzweigen

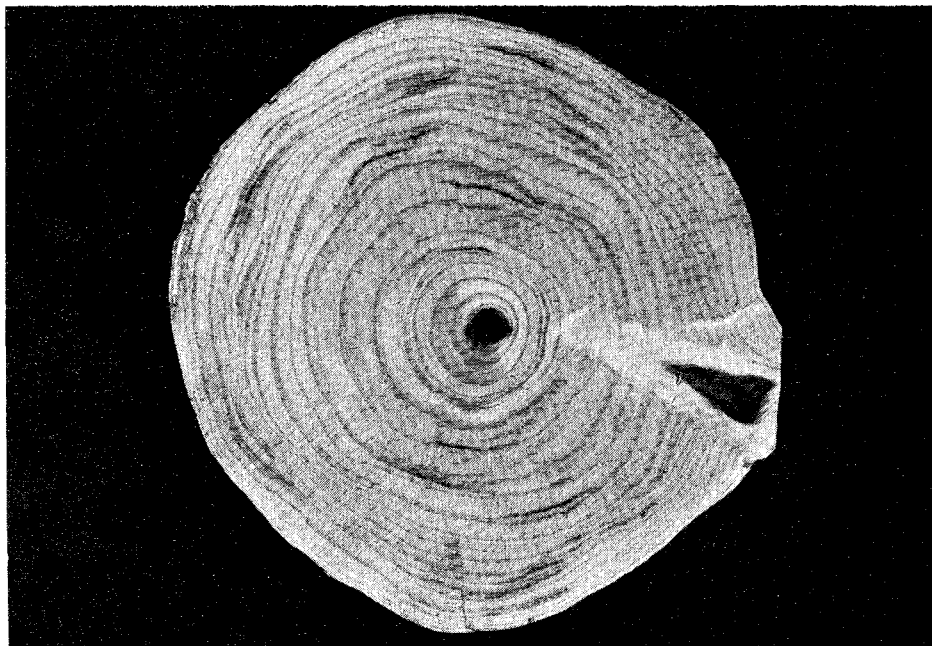


Abb. 18. Querschnitt durch einen stark beschädigten Kiefernstamm. Etwas vergr.

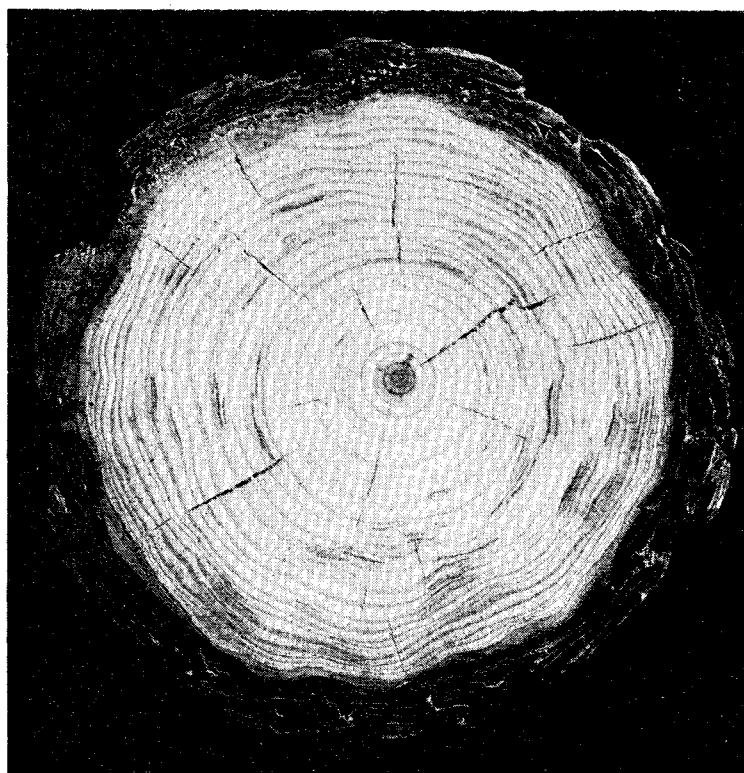


Abb. 19. Sternförmiger Querschnitt eines beschädigten Stammes. Um $\frac{1}{5}$ verkleinert.

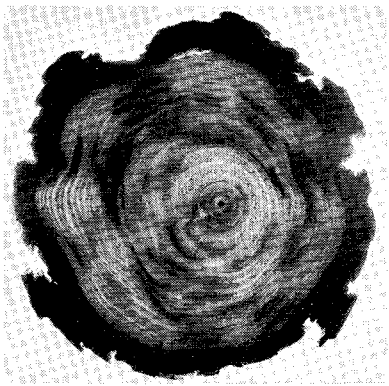


Abb. 20. Querschnitt eines stark beschädigten Stammes. Gegenlichtaufnahme. Etwas vergr.

versehen ist, ragt der halbverdorrte kahle Gipfel über der buschförmigen Krone hervor. Die niedrigen Äste der unteren, noch lebensfähigen Stammpartien versuchen, die zerstörten Leitungen der oberen Stammregion zu ersetzen. Die Wanzenpopulation ist auf solchen Kiefern sehr spärlich. Die

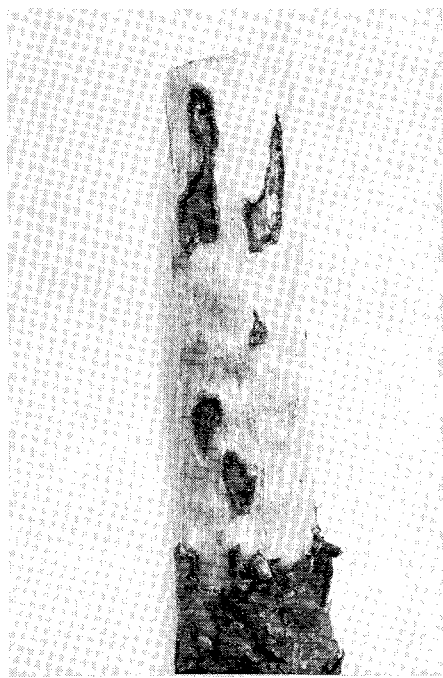


Abb. 21. Harzwunden — Folgen eines dauernden Angriffes der Kiefernrinndenwanze. Nordschweden.



Abb. 22. Starke Schäden in Jahresringen verursachen „Krebswunden“. Öland 1968. Ca 4× vergr.

meisten Tiere findet man unter der Rinde von größeren Ästen. Sehr stark beschädigte „ausgesaugte“ Bäumchen werden von den Elterntieren allmählich verlassen (Abb. 23). Durch den Wanzenangriff geschwächte Kiefern können sich zeitweise wieder erholen. Vieles hängt von Standort und vor allem von dem Alter der betroffenen Bäume ab. Ältere Kiefern überstehen unter normalen Wachstumsverhältnissen den Angriff.

Aussichtsloser ist die Prognose für befallene ganz junge (6—10jährige) lichtstehende Kiefern. Ausschlaggebend sind die



Abb. 23. Freistehende befallene Krüppelkiefern. Arnheim, Holland 1973.



Abb. 24. Von der Rindenwanze angegriffene Kiefern sehen oft ähnlich wie Schäden des Waldgärtners.

Verletzungen des letzten Jahresringes. Erfassen diese mehr als $\frac{2}{3}$ des Jahresringes, tritt eine Verdorrung des oberen Stammteiles ein.

Von *Aradus* angegriffenes, jüngeres Stangenholz hat gewisse Ähnlichkeit mit Schäden des Waldgärtners. Charakteristisch für die *Aradus*-Bäume ist die allmähliche Re-

duktion des Höhenzuwachses während der allerletzten Jahre (Abb. 24, 25).

7.2 Toxische Wirkung der Saugtätigkeit

Man kann vermuten, dass die Kiefernrinndenwanze, ähnlich vielen anderen phytophagen Tieren (z.B. den Gallmilben), das Sau-

gen des Zellsaftes durch ein Sekret der Speicheldrüsen erleichtert wird, das reizend auf die Gewebe wirkt und den physiologischen Zustand des Nahrungsbaumes beeinflusst. Die russischen Forscher Danilov & Krasnov (1970) haben versucht, die Frage experimentell zu lösen. Sie bereiteten aus zerriebenen Wanzen dreierlei Extrakte: in Wasser, 5 % Alkohol und 5 % Azeton. Diese Extrakte wurden in Endtriebe 15-jähriger gesunder Kiefern injiziert. Zur Kontrolle hat man gleichzeitig in mehrere gesunde Kiefern reines destilliertes Wasser, 5 % Alkohol und 5 % Azeton injiziert. Der Versuch hat bewiesen, dass das Wanzenextrakt auf den Zuwachs hemmend wirkt. Während die Injektionen einzig mit Wasser keine, und mit 5 % Alkohol unbedeutende Nachwirkungen aufwiesen, hat sich der Zuwachs bei sämtlichen Einspritzungen mit Beimischung des Wanzenextraktes deutlich vermindert. Durchschnittlicher Zuwachs nach Injektionen mit reinem Wasser 14,8 cm, mit 5 % Alkohol 8,8 cm und mit 5 % Azeton 6,0 cm. Entsprechender Zuwachs nach Injektionen mit Wanzenextrakt 5,1 cm, 5,4 und 5,9 cm.

Der Zuwachs gesunder, nicht injizierter Kiefern betrug durchschnittlich 12,6 cm. Es erwies sich, dass auch Azeton auf den Zuwachs hemmend wirkt, jedoch bedeutend mehr mit Beimischung des Wanzenextraktes. Bei Untersuchung aufgeschnittener Kieferntriebe erwies sich, dass das Mark aller mit dem Wanzenextrakt behandelter Triebe sich bräunlich verfärbte, während die Kontrolltriebe ihre normale hellgrüne Farbe behielten.

Die besprochenen Experimente besagen, dass die Kiefernrindewanze die schädliche Wirkung des Saugens durch Ausscheidungen verstärkt. Ungeklärt verbleibt jedoch, ob auch die Stinkdrüsen beim Injizieren einen Einfluss auf die Gewebe ausüben. Nach mehreren Verfassern und eigenen Beobachtungen entstehen infolge der Saugtätigkeit der Wanze Risse in der Bastrinde. Es ist anzunehmen, dass das Sekret der Wanze dabei wirksam ist.

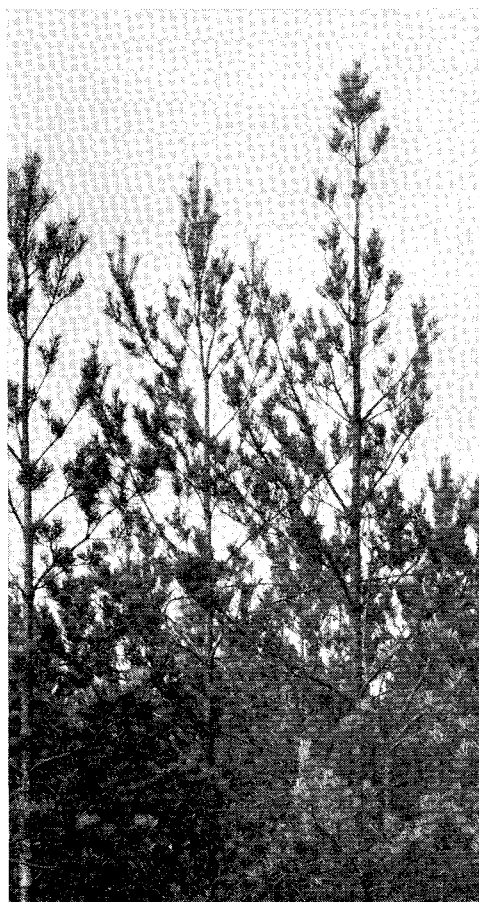


Abb. 25. Eine befallene Naturverjüngung in Nordschweden.

7.3 Voraussetzungen für ein forstschädliches Auftreten

Obwohl die Kiefernrindewanze ziemlich allgemein vorkommt, sind für ein schädliches Auftreten dieses Forstinsektes besondere Umstände erforderlich. Abgesehen von den allgemeinen klimatischen Existenzvoraussetzungen, kann das Gedeihen und die Vermehrung der Wanze nur unter bestimmten günstigen Milieuverhältnissen geschehen.

Aradus cinnamomeus braucht Licht, Wärme und trockene Lage. Diese für die Entwicklung erforderlichen Voraussetzungen findet das Tier vor allem in lichtem Kiefern-nachwuchs auf leichten, sandigen oder seichten Gesteinsböden. Auf trockenen Heiden

ist die Kiefer oft die einzige Holzart, was für das Dasein der Wanze besonders günstig erscheint. Ein durch Beimischung von Laub- und Nadelholz (Fichten) beschattetes Gelände wird von der Kiefern-rindenwanze gar nicht oder sehr spärlich besiedelt. Es ist bekannt, dass die Luftfeuchtigkeit höher und die Temperatur entsprechend niedriger im Mischwald ist, als in reinem Kiefernbestand. Eine üppige Bodenflora und Unterholz beeinflussen ihrerseits das Mikroklima. Nach Voronov (1962) wirkt eine Luftfeuchtigkeit von 80 % tödlich auf die Eier der Kiefern-rindenwanze. Derselbe Verfasser hat untersucht, welchen Einfluss die Beschattung und die Bodenvegetation auf die Populationsgrösse verschiedener Forstinsekten ausübt. Es hat sich erwiesen, dass *Aradus cinnamomeus* am zahlreichsten auf offenen Kahlschlägen mit spärlicher Bodenbedeckung vorkommt. Auf stark vergrastem *Calamagrostis*-Kahlschlägen sowie im Gestrüpp von Adlerfarn (*Pteris aquilina* L.) wurde auf dem Kiefern-nachwuchs kein Vorkommen der Wanze festgestellt. Ein vereinzelt Vorkommen der Wanze hat man jedoch im Schatten von Samenbäumen notiert.

Nach eigenen Beobachtungen des Verfassers werden dicht nebeneinander oder neben Birken wachsende Jungkiefern bedeutend weniger befallen als mehr freistehende Bäume am gleichen Ort. Anmerkungswert ist ein geringerer Angriff an stark verästetem, buschförmigem, freiwachsendem Kiefern-nachwuchs. In der Regel wird die Südseite der Stämme meist besetzt, was seinerseits die Wärmeliebe der Wanze beweist. Diese Neigung tritt am deutlichsten in beschatteter Lage hervor.

Die Bedeutung der Bestandesdichte für das Vorkommen der Kiefern-rindenwanze wurde von mehreren Forschern und durch eigene Untersuchungen beleuchtet (Abschnitt 6.8).

Obozov (1964) findet, dass kulissenartiges Anlegen von Kiefern-kulturen für das Auftreten der Wanze günstige Bedingungen bereitet. Nach Anichkovas (1954) Untersuchungen beeinflusst beschattete Lage die Entwicklung von makropteren Weibchen. Während die Anzahl dieser Weibchenfor-

men an offenen, belichteten Stellen 60 % bis 100 % der gesamten Wanzenpopulation ausmacht, erreicht deren Anteil im Inneren eines geschlossenen Bestandes nicht mehr als 1—5 %. Der angegebene, hohe Anteil der makropteren Weibchen (60—100 %) muss jedoch mit Vorbehalt angenommen werden, da diese Weibchenformen nach vorhandenen Literaturangaben und eigenen Erfahrungen einen in der Regel äusserst geringen Anteil der gesamten Population ausmachen.

Nach Feststellungen derselben Verfasserin verringert Birkennachwuchs am Rande von Kiefern-schonungen die Anzahl der geflügelten Weibchen bis auf 25—28 %. Schnaider (1968), Polen, fand makroptere Weibchen am zahlreichsten auf ganz jungen Kiefern (von 3 bis 8 Jahren). Aus einer graphischen Darstellung ist zu ersehen, dass die Anzahl der geflügelten Weibchen mit dem zunehmenden Alter der Bäume abnimmt und dass auf über 30 Jahre alten Kiefern keine geflügelten Individuen vorkommen. Bei eigenen Untersuchungen wurde ein mehrfaches Vorkommen der makropteren Form, ebenfalls auf ganz gesunden jungen (10jährigen) Bäumchen notiert. (In Nordschweden und auf Öland.)

Ozols (1960) hat die Populationsverhältnisse in einer 7jährigen reinen Kiefern-kultur und in einer gleichaltrigen Kiefern-pflanzung mit Zwischenreihen aus Birke untersucht. Beide Kulturen grenzten an eine ältere, stark befallene Pflanzung. Die Anzahl der Wanzen per dm² Stammfläche erwies sich in der gemischten Kultur um das 5fache geringer als in der reinen Kiefern-pflanzung.

Die Bedeutung der Birke als Faktor, der die Entwicklung der Kiefern-rindenwanze beschränkt, wurde in Schweden durch Untersuchungen auf der Insel Öland festgestellt (Brammanis 1969).

Die Kiefern-rindenwanze ist sehr empfindlich gegen Pilzkrankheiten. Besonders ausgesetzt sind die Populationen während der Überwinterung in der Bodenstreu oder an der Basis von Stämmen. Davidova (nach Turchek 1964) stellte eine hohe Mortalität der Wanze fest (81 %), die durch *Beauveria*

bassiana Bals verursacht wurde. Die hohe Feuchtigkeit im Mischwalde in Verbindung mit vermoderndem Birkenlaub bieten den entomophagen Pilzen günstige Entwicklungsverhältnisse. Die Lichtliebe der Kiefern-rindenwanze hat grosse waldbauliche Bedeutung. Lichte Naturverjüngung und allzu weiter Verband schaffen günstige Bedingungen für das Entstehen von Wanzenherden. Je dichter der Kiefern-nachwuchs steht und je früher der Bestandesschluss eintritt, desto ungünstiger sind die Bedingungen für eine Massenvermehrung der Wanze. Die Wanzenherde entstehen meistens horstweise. Lücken in geschlossenen Kulturen können Ausgangspunkte für eine weitere Ausbreitung bilden.

Mehrere zusammenwirkende Faktoren können der Wanze das Eindringen in Dikungen ermöglichen (Schütte, Insekten, Wild). In Südschweden entstehen Lücken in Kiefernkulturen oft durch Kaninchenschäden. Günstige Bedingungen für die Entstehung von lokalen Wanzenherden kann auch Elchwild durch Schäden an Kiefernjungholz, vor allem durch Verbiss und darauf folgende Lockerung der Kulturen, bereiten. Besonders günstige Entwicklungsverhältnisse entstehen in Kiefernkulturen nach übermässigen und frühzeitigen Läuterungen. Geschlagenes Holz, das schon vor der Durchlichtung befallen war und im Bestande liegen bleibt, kann die Populationsdichte des Schädlings erhöhen.

Gleichzeitig mit dem Austrocknen des Holzes verlassen die Wanzen ihre Brutstätten und wandern zu den nächststehenden Bäumen. Junge Larven (Stadien I—III) sind jedoch nicht imstande zu migrieren und gehen allmählich zugrunde.

Die Kiefern-rindenwanze kann auch auf passivem Wege durch Wind, Tiere, Vögel und Holztransport, sowie durch Wasser verschleppt werden. Die Verschleppung kann mit Waldstreu während des Hochwassers im Frühjahr geschehen (Tropin 1958). Die Wanze zeigt sehr grosse Windverträglichkeit. Auf krüppligen Felsenkiefern auf den Inseln in der Ostsee (Åland) kann man zahlreiche Wanzen in allen Stadien finden, obgleich diese befallenen Bäume ganz am

Ufer wachsen und ständigen Meereswinden ausgesetzt sind.

Das Gleiche kann man in Südschweden beobachten, wo *Pinus mugo*-Pflanzungen auf ehemaligen Sanddünen nicht nur der verödenden Wirkung westlicher Winde ausgesetzt sind, sondern auch unter dem chronischen Angriff der Kiefern-rindenwanze leiden. Es scheint, dass die Wanze windige Lagen besser verträgt, als feuchte, windgeschützte.

Dass die Kiefern-rindenwanze nur in gewissen Waldgebieten häufig vorkommt, hängt mit den xerophilen Eigenschaften dieses Forstinsektes zusammen. Spärlich bestockte trockene Heiden bieten der Wanze die besten Lebensbedingungen. Sehr umfangreiche Kiefernheideflächen, hauptsächlich sedimentärer Art, beherrschen die Waldlandschaft im nördlichen Schweden, auch in Finnland. Durch Intensivierung des Abtriebes älterer Urwaldbestände entstanden allmählich umfangreiche Blößen und Kahlfächen mit unregelmässig verteilter, wenig frohwüchsiger Verjüngung. Der Anfangs reichliche Aufschlag wurde mit der Zeit durch pathogene Pilze, Frostschäden und Wild (Renntiere) dezimiert. Der Kiefern-nachwuchs, der das Stangenholzalter erreichte, bildet nun lichte Bestände und Horste mit kahlen Flächen dazwischen. Die Kiefern-rindenwanze lebt auf den nordischen Heidekiefern zweifellos seit langem, doch unmerklich und unschädlich. Die durch Plenterwirtschaft veränderte Struktur der Waldungen verbesserte wesentlich die Lebensverhältnisse der Wanze. Läuterungen, die in dem schon so lichten Jungholz durchgeführt werden, begünstigen die Lebensbedingungen der Wanze noch mehr und führen zur Massenvermehrung des Schädlings (Brammanis 1965). Plenterschlagbetrieb und allzu frühzeitige, kräftige Läuterungen bewirken Verarmung und Austrocknung des Heidebodens (Ebeling 1972)¹, was seinerseits die Entwicklungs- und Vermehrungsverhältnisse der Wanze und anderer Schädlinge weiterhin verbessert (Abb. 26).

¹ Im Kiefernheidebestand „skarp ristyp“.



Abb. 26. Eine abgeholzte Heidefläche mit befallenen Kiefernanflug, Nordschweden.

Das langsame Wachstum der nordischen Kiefern auf den durch umfangreiche Kahlschläge degradierten Heideböden begünstigt die Existenzbedingungen der Wanze. Bezeichnend für Skandinavien ist, dass die Wanze sogar den Kiefernachwuchs auf unfruchtbaren flachen Gesteinböden reichlich besiedelt. Diese permanenten Herde fördern die weitere Ausbreitung der Wanzenpopulation. Das Gleiche gilt für bewaldete ehemalige Flugsandgebiete wie z.B. längs der Südküste, auf der Insel Öland und an mehreren Stellen im Inneren des Landes.

In Nordschweden gibt es innerhalb des Verbreitungsareales der Wanze mehrere Kiefernheidegebiete, wo der Schädling spärlich oder gar nicht vorkommt, obgleich scheinbar günstige ökologische Zustände herrschen. So z.B. konnte der Verfasser kein Anzeichen des Vorkommens auf Kiefernachwuchs im Flussbecken des Pite-Flusses bei Moskosel und im Bereich des Unterlaufes des Byrke-Flusses feststellen. In beiden Fällen handelt es sich um licht bewaldete, ausgedehnte Heideflächen. Man kann vermuten, dass das Vorkommen durch

Frostlage beeinflusst wird. Ein geringes Vorkommen der Kiefernrinne Wanze ist auch in geschlossenen, reinen Kiefernbeständen auf frischen, sandigen Böden im mittleren Nordschweden zu verzeichnen. Kennzeichnend für diese Heidewälder ist eine sehr reiche, frohwüchsige Naturverjüngung, die der Ausbreitung und Vermehrung des Schädling im Wege steht. Ausnahmen bilden ehemalige Waldbrandflächen mit lichtem Nachwuchs und Pflanzungen in weitem Verband.

7.4 Befallsempfindlichkeit der Kiefer

Die Tatsache, dass *Aradus cinnamomeus* am zahlreichsten auf Kiefern vorkommt, die auf leichten Böden wachsen, gab Anlass anzunehmen, dass die Wanze ein sekundärer Schädling sei, der physiologisch geschwächte Bäume angreife. Diese Ansicht herrschte längere Zeit, wurde jedoch auf Grund neuerer Erfahrungen bestritten und z.Zt. zweifelt man nicht mehr über deren primäre Natur. Zahlreiche Beweise liegen vor, dass dieser Schädling fähig ist, vollkommen gesundes, frohwüchsiges Kiefern-

jungholz zu besiedeln. Sehr wertvolle Untersuchungen hat Rasumova (1960) bekanntgegeben. Die Verfasserin studierte Einwirkung der Saugtätigkeit auf den physiologischen Zustand der befallenen Kiefern und die dadurch hervorgerufenen anatomischen Veränderungen wichtiger Gewebe. Die Untersuchungen wurden durch artifiziellen Befall an gesunden Bäumchen ergänzt, wodurch neue Erfahrungen über das schädliche Wesen der Wanze gewonnen wurden. Eigene Versuche zur Klarlegung der *Ara-**dus*-Schädlichkeit wurden 1964—66 im nördlichen Lappland angelegt.

Man hat zu diesem Zwecke drei Zeltinsektarien aus feinmaschigem Kunstgewebe aufgestellt und in jedes dieser wurde eine vollkommen gesunde Jungkiefer eingezwingert. Auf die isolierten Kiefern, deren Kronenspitze frei verblieben, wurde Anfang Juni je Baum folgende Anzahl Wanzen ausgesetzt:

Kiefer 1: Höhe 3,75 m, 1400 zweijährige und 800 einjährige Larven, insgesamt 2200; Kiefer 2: Höhe 3,70 m, 620 zweijährige, 450 einjährige Larven, insgesamt 1070 Larven; Kiefer 3: Höhe 3,10 m, 350 zweijährige, 250 einjährige Larven, insgesamt 600 Larven (Abb. 27). Die Wanzen wurden rund um die Baumstämme auf der Bodendecke (Renn-tiermoos) ausgestreut. Die Insektarien hat man im Spätherbst abmontiert und im Frühjahr rechtzeitig wieder aufgestellt. Ein Zeltinsektarium wurde den Winter über unberührt stehen gelassen, um dessen Haltbarkeit zu prüfen. Die Versuchskiefern wurden gegen event. Renntierschäden eingezäunt.

Um den Unterschied in der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in- und ausserhalb der eingezwingerten Kiefern festzustellen, wurden Messungen Anfang Juli und Anfang September zweimal am Tage ausgeführt. Die Ergebnisse sind wie folgt: Messungen den 5.—14. Juli 1964: durchschnittliche Aussentemperatur am Vormittag 16,3°C, abends 10,2°C. Im Insektarium 17,7°C und 12,1°C. Relative Luftfeuchtigkeit aussen: 55,3 %, abends 87,2 %, im Insektarium 50 % und 87,3 %. Den gleichen geringen Unterschied ergaben Messungen Anfang September bei niedrigster Temperatur von -0,5°C aussen



Abb. 27. Zeltinsektarien.

und 0°C im Insektarium. Der Versuch mit den eingezwingerten Kiefern wurde nach zwei Jahren (am 13.7.1966) abgeschlossen. Unter der schuppigen Rinde befanden sich zahlreiche frischgeschlüpfte Larven und vereinzelt erwachsene Wanzen. *Die oberen Stammartien waren mit Saugnarben bedeckt und in den letzten Jahresringen entstanden durch Bildung von Wundgewebe deutlich sichtbare Veränderungen und sogar Nekrosen.*

Der Zuwachs verminderte sich von 26 cm im Jahr 1964 bis auf 18 cm im Jahr 1965 und 1966. Die Folgen der Wanzentätigkeit waren bei allen drei Kiefern ziemlich gleich. Zwei weitere artifizielle Befallsversuche, jedoch mit geringerer Wanzenbesetzung, wurden in Mittelschweden angelegt.

Versuch in Mögestorp (Östergötland)

Den 15.5. 1966 wurden in einem Waldgebiete, in dem keine Wanzen vorkommen, 130 einjährige Larven auf eine 3 m hohe Kiefer gebracht. Die Kiefer wurde nach

zwei Jahren (am 29.6. 1968) untersucht. Unter der Rinde befanden sich frischgeschlüpfte Larven und einige erwachsene Tiere. Einige Exemplare wurden auf einer daneben stehenden Kiefer gefunden. Die Versuchskiefer befand sich am Rande einer lichten Naturverjüngung. Die Bast-schicht der untersuchten Kiefer war mit frischen Saugwunden übersät. Verletzungen in den letzten Jahresringen erfassten bedeutende Abschnitte der Ringe. Der Höhenzuwachs betrug 1965 — 30 cm, 1966 — 20 cm und 1967 nur 5 cm. Der durchschnittliche Zuwachs bei nebenstehenden Bäumen betrug 1964 — 36 cm, 1965 — 39 cm, 1966 — 38 cm, 1967 — 40 cm. Der Versuch wies eine sehr hohe Aktivität des Schädling auf, trotz viel geringerer Population als im vorigen Versuch im Norden. Man kann vermuten, dass das mildere Klima positiv auf die Aktivität einwirkte.

Versuch in Siljansfors (Dalekarlien)

Es wurden am 11.7. 1968 in einer Naturverjüngung drei ca 20 Jahre alte und 3 m hohe gesunde Kiefern gewählt und mit je 50, 100 und 200 frisch geschlüpfte erwachsenen Kiefern-rindenwanzen versehen. Nach 1 Jahr (am 14.7. 1969) bestand die Population aus Junglarven und einzelnen Elterntieren. Eine Anzahl Junglarven wurde auch auf nebenstehenden Kiefern gefunden. Der Zuwachs wies keine Verminderung im Vergleich mit den Kontrollbäumen auf. Nach 2 Jahren (am 14.7. 1970) bestand die Population nur aus erwachsenen Wanzen. Die erste neue Generation hatte ihre Entwicklung vollendet. Eine geringe Verminderung des Höhenzuwachses wurde bei Kiefer 100 und Kiefer 200 bemerkt. Die Benadelung der Letzten war etwas heller als bei den übrigen. Zustand nach drei Jahren (am 18.7. 1971): unter der Rinde Junglarven der 2. Generation. Zustand nach vier Jahren (am 17.7. 1972): die 2. Generation hat ihre Entwicklung vollendet. Ermittlung der Populationsgrösse und dessen Zusammensetzung ergab 25 Nymphen und erwachsene Individuen per 20×6 cm Stammoberfläche, ca 130 Individuen auf dem ganzen Baum (Kiefer 100).

Der Versuch wurde nach 5 Jahren (am 30.7. 1973) abgeschlossen. Eine der Kiefern (Kiefer 100) wurde gefällt und auf Befall untersucht. Man fand auf den oberen, glattrindigen Stammteilen zahlreiche Junglarven der 3. Generation (bis 3,5 m hoch bei 4,80 m Gesamtlänge der Kiefer). Auf den Querschnitten der mittleren Stammpartien waren deutliche Spuren der Wanzen-tätigkeit an den letzten Jahresringen erkennbar. Der Höhenzuwachs verminderte sich im Laufe von 5 Jahren bei Kiefer 100 im Vergleich mit Kontrollbäumen um 1/10, bei Kiefer 200 um 1/5. Kiefer 50 zeigte keine Zuwachsreduktion. Aus dem Versuch ist zu ersehen, dass eine auf frohwüchsigen Kiefern ausgesetzte Wanzenpopulation sich einlebte und im Laufe von 5 Jahren drei Generationen erzeugte. Es ist zu bemerken, dass die Kiefern, trotz fortgesetztem Befall, fort-dauernd gutes Wachstum mit jährlichem Höhenzuwachs über 30 cm aufwiesen, was zweifellos der besonderen, lokalen Bodengüte zu verdanken ist. Dass wüchsige Kiefern einen ziemlich hohen Wanzenbesatz ertragen können, hat Schindler (1972) auch in Deutschland beobachtet. Beachtenswert ist eine teilweise Migration der Population auf nebenstehende Jungkiefern schon nach 1 Jahr.

Zahlreiche Beobachtungen zeigen, dass die Kiefern-rindenwanze unterdrückte, saftarme und durch Pilzbefall geschwächte Bäume meidet. Der Schädling verlässt allmählich Kiefern, die längere Zeit einem starken Angriff ausgesetzt waren. Solche „ausgenutzte“ Bäume werden meist von Borkenkäfern (*Pityogenes*, *Blastophagus*), *Magdalis*, *Pogonochaerus fasciculatus* und anderen sekundären Schädlingen befallen. Die Wanze lebt nicht auf solchen Kiefern, sondern wandert auf lebenskräftiges Jungholz über. Wie andere licht- und wärmeliebende Tiere, bevorzugt auch diese Hemiptere gut belichtetes, trockenes Gelände. Meistens werden Waldlücken, Waldränder, Südhänge und sonstige exponierte Lagen heimgesucht. Dank günstigen Entwicklungsverhältnissen kann die Wanzenpopulation sehr zahlreich sein und da die Kiefern an solchen Orten meistens auch ohne dies kein gutes Wachstum aufweisen, hat sich die Auffassung ver-

breitet, dass die Rindenwanze nur geschwächte Kiefern auf mageren Böden angreift. Einige Forscher sind der Ansicht, dass die Empfindlichkeit der Bäume gegen Insektenangriff hauptsächlich durch Mangel an Schutzstoffen zu erklären sei. Nach Rudnev (1962, 1965) und Grimalskij (1969) die das Schadauftreten von Forstinsekten in der Ukraine studierten, kann eine Massenvermehrung nur in physiologisch nicht vollwertigen Beständen entstehen. Bei optimalen Wachstumsbedingungen des Waldes treten keine Schädlingsherde auf, weil die Bäume ausreichend mit Abwehrmitteln versehen sind. Bei der Kiefer sind es ätherische Öle (und Harze), die auf die Insekten toxisch wirken. Bei ungeeigneten Bodenverhältnissen, Dürre, Misswirtschaft und anderen ungünstigen Faktoren wird die Konzentration der Schutzstoffe herabgesetzt, was die Lebenskraft der Schädlinge erhöht. Die wichtigsten Komponenten des Schutzsystems der Kiefer sind monoterpene Alfa-Pinen, Beta-Pinen, Limonen und Karen (Smeljanež & Khursin 1972).

Rudnev & Grimalskij befassten sich hauptsächlich mit nadelfressenden Schädlingen. Sie haben festgestellt, dass der Gehalt an ätherischen Ölen bedeutend höher in Nadeln gesunder Kiefern ist, als bei geschwächten Bäumen. Durch eine Reihe von Versuchen wurden bewiesen, dass Raupen des Kiefernspinners, der Forleule und der rote Buschhornblattwespe (*Diprion sertifer*), die mit Nadeln gesunder Kiefern gefüttert wurden, eine bedeutend höhere Mortalität aufwiesen, als bei Zuchtungsversuchen mit Nadeln geschwächter Bäume. Rudnev meint, dass die Wirkung von Schutzstoffen der Kiefer auf die nadelfressenden Insekten, auch auf die Kiefern-rindenwanze sich beziehe. Rudnev behauptet, dass lichte Kiefern-kulturen auf trockenen Böden nicht so viel von der Wanze heimgesucht werden, weil der Schädling solche gut belichteten und warmen Orte bevorzugt, sondern weil die durch ungünstige Wachstumsbedingungen geschwächten Kiefern keine Schutzanordnungen besitzen und den Existenzbedingungen der Wanze am meistens entsprechen. Als weiteren Beweis dafür führt

er das Vorkommen der Wanze auf Moorkiefern sowie die Bildung von Herden in Kiefern-pflanzungen auf reichen Schwarzerdeböden an. In den beiden extremen Fällen seien die Wachstumszustände sehr ungünstig, und deswegen werden solche Kiefern von der Wanze befallen.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass biochemische Zusammensetzungen und Veränderungen für die Existenz und die Ernährung der Kiefern-rindenwanze von Bedeutung sind. Es liegen jedoch keine näheren Angaben vor. Der Zusammenhang zwischen der Beschaffenheit des Baumsaftes und dem Vorkommen von Schädlingen ist noch äusserst wenig studiert worden, insbesondere bezüglich der saugenden Insekten. Nach eigenen Beobachtungen scheint ein hoher Gehalt an Stickstoff auf die Kiefern-rindenwanze abschreckend zu wirken. Schwenke (1962) hat festgestellt, dass mangelhafter Wasserhaushalt der Bäume auf trockenen Böden eine Erhöhung des Zuckergehaltes der Nadeln bedingt, wodurch ernährungsphysiologisch optimale Voraussetzungen für nadelfressende Insektenlarven entstehen. Schimitschek (1962) hat diese Erscheinung bei Massenvermehrungen von *Evetria buoliana* und *Diprion sertifer* nachgewiesen. Man kann vermuten, dass Zucker auch für die Ernährung der Kiefern-rindenwanze von Bedeutung ist.

Rudnev & Smeljanež (1966) haben den Widerstand der Krimkiefer *Pinus pallasiana* Lamb. gegen Insektenbefall untersucht und gefunden, dass diese Kiefernart bedeutend weniger von der Wanze befallen wird als die gemeine Kiefer. Es hat sich erwiesen, dass die Harzausscheidung bei *P. pallasiana* viel intensiver vorgeht als bei *P. sylvestris*. Polozhenzev & Zolotov (1969) hat die Toxizität des Harzes und des Bastsaftes von mehreren Kiefernarten bei verschiedenen Borkenkäfern analysiert und festgestellt, dass die Schutzstoffe von *P. pallasiana* am wirksamsten sind. Mirzojan (1958) berichtet, dass *Aradus cinnamomeus* in Armenien auf *P. pallasiana* gar nicht vorkommt. Er fügt dem Bericht Ergebnisse von Harzanalysen bei. Diese zeigen, dass das Harz der gemeinen Kiefer 10—14 % Terpent in enthält,

während der Gehalt an Terpentin bei *P. pallasiana* mehr als 20 % beträgt (nach Kapner 1954). Nach Rudnev u.a. produzieren Kiefernplantagen auf trockenen Böden weniger Harz als auf feuchten Böden und deswegen ist auf solchen Standorten die Mortalität der Blattwespe *Acantholyda stellata* viel höher. Schimitschek & Wienke (1963) haben festgestellt, dass die Saftstromgeschwindigkeit und die Transpiration vom Wasserhaushalt abhängig sind. Bei Sitka-Fichten, die an Störungen des Wassergehaltes leiden, sinken die Saftstromgeschwindigkeit und die Transpiration. Solche Bäume werden von *Dendroctonus micans* angegriffen.

Aus den zitierten Forschungsergebnissen und Erfahrungen ist zu ersehen, dass zahlreiche Faktoren den physiologischen Zustand der Bäume beeinflussen und den Widerstand gegen Insektenangriff stärken oder verringern können. Die Kiefernrrindenwanze ist wie andere phytophage Insekten von dem physiologischen Zustand der Nahrungsbäume abhängig. Es ist jedoch kein Grund anzunehmen, dass die Wanze nicht im Stande ist, auf vollkommen gesunden, frohwüchsigen Jungkiefern zu leben und sich zu vermehren. Der Widerstand gegen Wanzenbefall hängt nicht nur vom Wachstum, Standort und der Populationsgrösse des Schädlings ab, sondern vor allem vom Alter der angegriffenen Kiefern. Die Rindenwanze kann der Kiefer schon in sehr jungem Alter empfindlichen Schaden zu-

fügen. Bäumchen unter 12—14 Jahren haben geringe Aussichten, einen andauernden Befall ohne bestehende Nachwirkungen zu überstehen.

Der Verfasser hat den Befallsverlauf in einer Kiefernkultur auf der Insel Öland während einer Reihe von Jahren verfolgt. Die Pflanzung wurde 1959 auf einem 3 ha grossen Kahlschlag im Verband 1,8—1,8 m angelegt. Der abgeholzte Kiefernbestand war von mittelter Bonität mit einem Durchmesser der Stubben von 35—40 cm. In der Nähe des bepflanzten Kahlschlages befand sich eine ältere Kiefernkultur, die längere Zeit einem chronischen Angriff der Wanze ausgesetzt worden war. Noch vor einigen Jahren war die Population in dieser Herde äusserst hoch, verminderte sich jedoch auffallend während der letzten Jahren. Stichproben im Frühjahr 1973 ergaben nicht mehr als 20—30 Wanzen pro Baum gegen mehrere Hunderte in den vorigen Jahren. Anders erwies sich der Zustand auf der neu angelegten Kultur. Die ersten vereinzelt Wanzen wurden am Wurzelhals der zu dieser Zeit 6jährigen Pflanzen gefunden. Die Population nahm danach allmählich zu. Als die Kultur 8 Jahre alt wurde, konnte an zahlreichen Pflanzen ein merkbares Gelbwerden der Nadeln und eine rapide Verminderung des Zuwachses wahrgenommen werden. In den folgenden zwei Jahren verschlimmerte sich der Zustand noch mehr. Stichproben im Frühjahr 1973 an drei Kiefern gaben folgende Resultate:

- Kiefer 1.* Höhe — 1,25 m, Durchm. 2,5—3 cm, Zuwachs: Endtrieb 1970 — 25 cm, 1971 — 15 cm, 1972 — 8 cm.
Anzahl der Wanzen über 200 (alle im Larvenstadium 4).
Kiefer 2. Höhe — 1,40 m, Durchm. 3 cm, Zuwachs: 1970 — 22 cm, 1971 — 20 cm, 1972 — 13 cm, 150 Larven.
Kiefer 3. Höhe — 1,05 m, Durchm. 2 cm, Zuwachs: 1970 — 8 cm, 1971 — 10 cm, 1972 — 6 cm, 100 Larven.

Der Höhenzuwachs verminderte sich im Laufe von 4 Jahren um 50 %. Die Bast-schicht der Stämmchen war mit dichten Saugwunden bedeckt, das Holz begann knotig und maserig zu werden, die Nadeln wurden kürzer, chlorophyllarm. Bei schwachen Bäumchen trat Wuchsstockung und Ver-

kümmern ein. Die schon so undichte 12jährige Kultur wurde lückenhaft. Der trostlose Zustand der Anfangs frohwüchsigen Pflanzung war das Resultat der Tätigkeit von nur zwei Wanzen-Generationen.

Die künstlichen Kiefernverjüngungen werden im allgemeinen mehr als Selbstbesa-

mung befallen. Das natürliche Kiefernjungholz wächst meistens dichter und besteht aus Bäumchen von ungleichem Alter. Es wurde schon erwähnt, dass die Verbandweite von grosser Bedeutung für das Wanzenauftreten ist. Wohl erhaltene, lückenlose Kulturen bilden einen Schutz gegen den Befall; lichte und allzu früh durchläuterte Jungbestände begünstigen die Bildung von Herden. Nach den in Schweden z.Zt. geltenden waldbaulichen Vorschriften sollen auf besseren Böden 2400—3000, auf schlechteren Standorten nicht mehr als 2000—2400 Kiefern per ha gepflanzt werden. Für Nordschweden sind die entsprechenden Normen 1800—2200 und 1400—1900 Pflanzen per ha. Nach Läuterungen soll die Anzahl der Bäume auf schlechten Böden bis auf 2200—1700, im Norden bis auf 1900—1400 per ha reduziert werden. (Lönsammare skog, Skogstyrelsen 1971; Skogsvårdshandbok, Domänverket 1972.) Es ist zu bemerken, dass der Kiefernjungwuchs auf schlechten Böden den geringsten Widerstand leistet und deswegen einen Angriff sehr schwer überstehen kann. *Die oben angegebenen Verbandsnormen bereiten der Wanze in reinen Kiefernbeständen, wo dieser Schädling gewöhnlich vorkommt, die bestmöglichen Lebensbedingungen.*

Bei sehr weitem Verband können die auf besonnten Plätzen freistehenden Jungkiefern, trotz reichlichen Seitentrieben, keinen geschlossenen Bestand bilden. Einen gewissen Schutz und Beschattung kann Birkenanflug geben, falls man diesen stehen lässt und nicht — wie bis vor kurzen — konsequent entfernt. Licht- und Wärme- liebe sind offensichtlich die wichtigsten Faktoren, die das Dasein der Kiefern- rindenwanze bestimmen.

Es wurden Versuche gemacht, die Folgen der Saugtätigkeit der Wanze durch Befreiung der angegriffenen Bäume von der Schädlingspopulation, zu schwächen. Voronov (1956) und Razumova (1960) haben für diesen Zweck eine Anzahl Kiefern mit Leimringen versehen. Bei der Mehrzahl der geleimten Kiefern hat sich der Zustand schon nach einem Jahre merkbar verbessert. Der Höhenzuwachs wurde grösser, die Be-

nadelung grüner.

Ein eigener „Entwanzungsversuch“ wurde 1968 im Revier Böda (Öland) durch Bespritzung einer stark befallenen Kiefern- pflanzung mit Rotoxol (ein DDT-Lindan- Präparat) ausgeführt. Die Kultur war 22 Jahre alt, die durchschnittliche Höhe 2,3 m. Die ziemlich licht stehenden Jungkiefern waren einem mehrjährigen Wanzenangriff ausgesetzt, was nicht nur Stagnation des Zu- wachses, sondern auch schwere Erkrankung der ganzen Kultur mit typsichen *Aradus*- Schäden nach sich führte. Die Population betrug durchschnittlich mehr als 10 Wanzen pro dm² Stammfläche, annähernd 300—500 erwachsene Individuen pro Baum. Die Sa- nierung wurde in einem Teil der Kultur mit insgesamt 500 Kiefern durch Bespritzung der Stämmchen (ohne Krone) während der Paarungszeit der Wanzen durchgeführt. Sonst sehr träge Tiere, werden die paarungs- reifen Wanzen auf der Suche nach Partnern, merkbar lebhaft, besonders die Männchen.

Der Verbrauch des Insektizides betrug 1 Liter 2 % Wasserlösung per 5 Kiefern, wodurch die Stämme benetzt wurden. Die Prüfung der „Entwanzung“ erfolgte durch Berechnung der Population auf 20 cm langen Zylindersektionen in der Mitte der Stämme.

Die Untersuchung von 10 behandelten Kiefern ergab keine einzige lebende Wanze, während auf der gleichen Anzahl Bäume in dem angrenzenden unbehandelten Teil der Kultur von 15 bis 60 lebende Imago je Sek- tion gezählt wurden. Eine zusätzliche Über- prüfung der Sanierung bestätigte eine rest- lose Abtötung der Population. Es wurden auch keine Nachkommen gefunden. Nach zwei Jahren waren auf den behandelten Kiefern noch immer keine Wanzen antreff- bar. Die Kultur wurde merkbar frohwüch- siger. Der unbehandelte Teil befand sich fortdauernd in einem äusserst trostlosen Zustand mit zahlreichen Wanzen der neuen Generation auf jedem Stamm.

Eine Messung des Gesamten Höhenzu- wachses von drei Jahren vor der Sanierung (1966—1968) und von drei Jahren nach der Behandlung (1969—1971) ergab eine mar- kante Verbesserung der „entwanzten“ Kie-

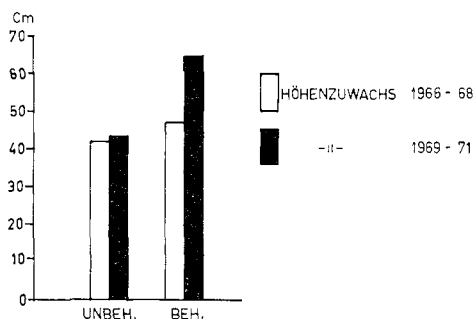


Abb. 28. Höhenzuwachs von Kiefern vor und nach Insektizidbehandlung.



Abb. 29. Nadeln einer entwanzten und einer nicht entwanzten Kiefer.

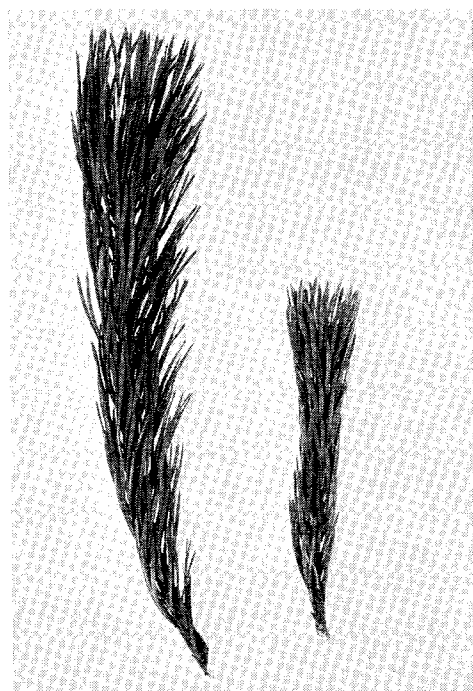


Abb. 30. Endtriebe einer entwanzten und einer nicht entwanzten Kiefer.

fern im Vergleich mit dem unbehandelten Teil der Kultur.

Während der dreijährige durchschnittliche Zuwachs bei den sanierten Kiefern von 47 cm vor der Behandlung bis 65 cm nach der Entwanzung anstieg (ca 6 cm jährlich), betrug der jährliche Zuwachs bei den Kontrollkiefern kaum 0,6 cm (41,78 cm vor der Behandlung, 43,47 cm nach dem Verlauf von weiteren drei Jahren) (1969—1971), (Abb. 28). Die untersuchte Kultur war 2,28 bis 2,72 m hoch und in dem behandelten Teil ursprünglich etwas höher. Die Stammstärke betrug 2,5—2,7 cm. Die Benadelung wurde nach der Sanierung bedeutend grüner, dichter, länger, ebenfalls die Triebe (Abb. 29, 30). Der Unterschied im Aussehen der entwanzten und unbehandelten Parzellen war schon von weitem erkennbar (Abb. 31, 32). Der Versuch hat eindeutig die Nachwirkungen des Wanzenbefalls und die Bedeutung des Schädligs erwiesen.

7.5 Populationsdynamische Untersuchungen

7.5.1 Ortsbeschreibung

Die Untersuchungen wurden während einer Reihe von Jahren im oberen Nordschweden (66°52'NB) auf einer Heidefläche mit 35—40jähriger Kiefern naturverjüngung durchgeführt. Der Nachwuchs entstand nach Abholzung von Restbeständen der betriebenen Plenterschlagwirtschaft. Der Kiefern jungerwuchs war horstweise sehr stark von der Rindenwanze befallen. An mehreren Stellen befand sich das lichtgestellte Jungholz in halbverdorrttem Zustande. Man schrieb das Verkümmern lediglich den schlechten Bodenverhältnissen zu. Das Untersuchungsgebiet (Ruuttitrova) erstreckte sich zwischen dem Fluss Lina und einem Hochmoor und bestand aus einer mächtigen feinkörnigen Sedimentablagerung. Von beiden Enden war das mehr als 1,5 Kilometer lange und ca 300 m breite Kiefern jungholz-Gelände an reine, trockene, über 200 Jahre alte Kiefern-Urwaldbestände angeschlossen (400—500 mm Niederschläge). In den 20iger Jahren d.Jh. hat man versucht, die trockene Heide mit einem System von Gräben vom nahe



Abb. 31. Mit Rotaxol sanierte Kiefernkultur. Zustand nach 4 Jahren. Öland 1973.

gelegenen Moor zu bewässern. Man hat eine kurzfristige Verbesserung des Zuwachses und der Bodendecke erhalten, doch in sehr begrenztem Umfang. Das Heidegebiet war eine Zeit lang Objekt für pedologische Untersuchungen der schwedischen forstlichen Versuchsanstalt (Holmbäck & Malmström 1947).

7.5.2 Verfahren und Ergebnisse

Nach Erkundung des Versuchsgeländes wurde zuerst eine Populationsabschätzung des Schädling mit Hilfe von Leimringen unternommen. Es wurden 8 Probeflächen gewählt und an jeder Stelle drei Kiefern geleimt. Gleichzeitig wurde die Höhe, Durch-



Abb. 32. Unbehandelter Teil der sanierten Kultur. Zustand zur gleichen Zeit wie Abb. 31. Öland 1973.

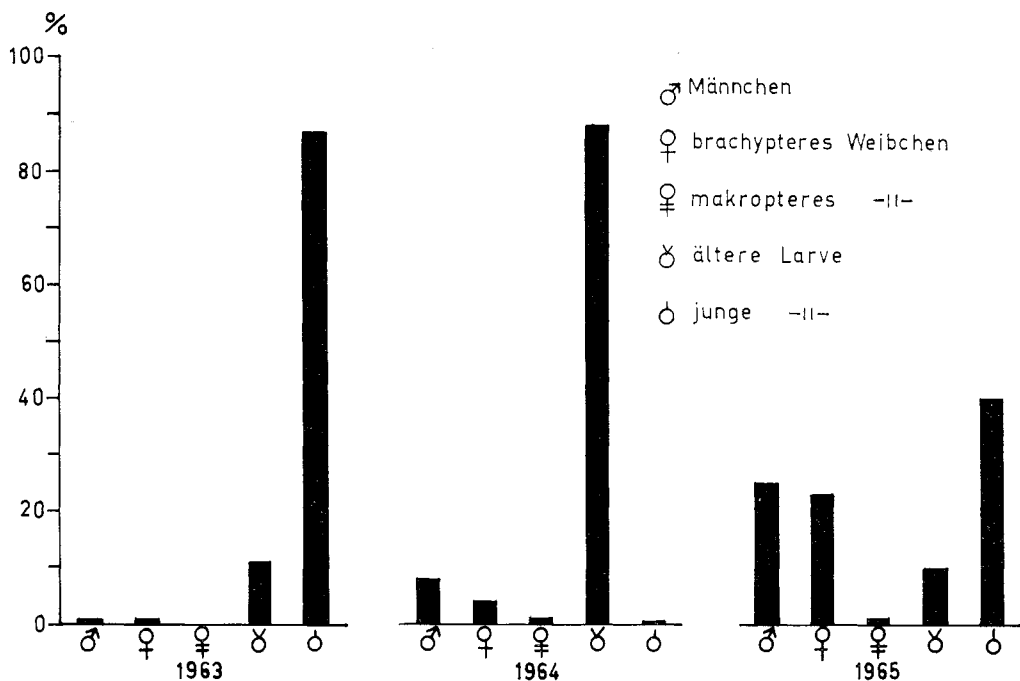


Abb. 33. Leimversuch 1963—65.

messer und Wachstum der Probestämme notiert. Die Leimringe wurden ca 15 cm oberhalb der Stammbasis angebracht. Der Versuch wurde Anfang September 1963 angelegt und zur gleichen Zeit und in derselben Weise in den nachfolgenden zwei Jahren wiederholt. Es wurden jedes Jahr 24, insgesamt 72 Kiefern geleimt. Die Untersuchung der abgesägten Stammabschnitte erfolgte im Labor.

Es hat sich erwiesen, dass die Population auf der Versuchsfläche sehr ungleich verteilt war (von mehr als 1000 bis einige Zehner Individuen pro Probestelle). Die Verschiebungen in der Zusammensetzung der Population und die Veränderung in der Grösse der Population sind in der Abb. 33 graphisch dargestellt. Die gesamte untersuchte Population betrug: 1963 — 5461 Individuen, 1964 — 4243 und 1965 — 1333 Imagines und Larven. Die Leimversuche wurden durch genaue Abschätzung der Populationsgrösse und deren Zustand mit Hilfe von Taxationslinien ergänzt. Es wurden in Längsrichtung drei parallele Linien von

einem bis zum anderen Ende der gesamten Versuchsfläche markiert (Linie A, B und C). Der Abstand zwischen den Linien betrug ca 75 m, die Breite der untersuchten Fläche 300 m, Länge 1,5 Kilometer. Längs jeder Linie wurden je 100 Meter drei Kiefern auf Befall untersucht.

Die Berechnung der Population erfolgte auf 20 cm langen Sektionen rund um die Mitte des schuppigen („blättrenden“) Stammteiles. Die Dichte und Zusammensetzung der Population wurde pro dm² Mantelfläche berechnet. Die Taxation erfolgte im Juli 1964 und wurde zu gleicher Zeit und in gleicher Weise in den folgenden drei Jahren wiederholt (1965—1967). Linie A wurde mit 15, Linie B und C mit je 13 Probeflächen versehen. Auf jeder Probefläche hat man jedes Jahr von neuem dieselben Kiefern wie vorher analysiert. Es wurden während des Versuches insgesamt 164 Probekiefern auf Populationsgrösse untersucht. Die Ergebnisse der vierjährigen Populationsstudien sind in der Tab. 7 enthalten.

Tab. 7. Anzahl der Wanzen/dm² Stammfläche.

Linie	Jahr	♂	♀	♂	♀	♂	Σ
A	1964	—	0,02	—	4,3	2,8	7,1
B	1964	—	—	—	3,7	3,1	6,8
C	1964	—	—	—	1,7	1,6	3,3
A	1965	0,23	0,29	—	2,1	0,01	2,6
B	1965	0,20	0,2	—	2,1	—	2,5
C	1965	0,15	0,15	—	1,3	—	1,6
A	1966	0,2	0,1	0,01	0,4	0,3	1,0
B	1966	0,2	0,2	0,02	0,3	0,6	1,3
C	1966	0,1	0,05	0,01	0,1	0,02	0,3
A	1967	0,03	0,01	0,02	1,5	1,6	3,1
B	1967	—	0,02	—	0,7	0,4	1,1
C	1967	—	—	0,01	0,7	0,8	1,6
ABC	1964	—	—	—	3,2	2,5	5,7
ABC	1965	0,19	0,21	—	1,8	0,06	2,2
ABC	1966	0,17	0,12	0,01	0,27	0,3	0,9
ABC	1967	0,01	0,01	0,07	0,9	0,91	2,0

Aus den Untersuchungen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Kiefern-rindenwanze hat sich über die ganze Aufforstungsfläche verbreitet und ausnahmslos sämtliche Jungkiefen befallen.
2. Die Populationsgrösse hat sich im Laufe von Jahren sukzessiv vermindert, was durch das verschlechterte Wachstum der befallenen Jungkiefen zu erklären ist. (1964 pro dm² 5,7, 1967 pro dm² 2,0 Individuen.) Dass andere Umstände, wie Wetterlage und Seuchen, die Population beeinflussen können, wurde nicht nachgewiesen.
3. Charakteristisch ist die gleichzeitige Zunahme der geflügelten Weibchen.
4. Die gesamte Population ist durch mehrere Stämme von ungleicher Grösse vertreten, was in Nordschweden als eine allgemeine Erscheinung zu betrachten ist.

In der Nähe des untersuchten Heidegeländes mit dem 35—40jährigen Kiefern-nachwuchs befand sich eine gleichartige, ausgedehnte, abgeholzte Fläche mit bedeutend

jüngerer, ca 15—20 Jahre alter Naturbesamung. (Ein Teil des untersuchten Heidegebietes gehört SCA /Schwedische Zellulose A.G./ und ein Teil der Gemeinde Gällivare.) Gleichzeitig mit den erwähnten populationsdynamischen Untersuchungen wurde der Wanzenbestand auch auf dieser Verjüngungsfläche mittels einer Taxierungsline abgeschätzt.

Diese ca 1,5 Kilometer lange und ca 250 m breite Heidefläche lag zwischen einer versumpften Niederung und einem Rand von noch nicht abgeholzten Urwaldbeständen. Die Abschätzung der Population erfolgte längs einer durch die Mitte des Geländes gezogenen Linie auf der jede 100 Meter eine Probefläche angelegt wurde. Auf jeder der insgesamt 11 Probeflächen wurden jedes Jahr drei gleich grosse Kiefen analysiert. Die Untersuchungen wurden im Jahre 1965 begonnen, 1966 wiederholt und im Jahre 1967 abgeschlossen. Es wurde im Ganzen 99 Probebäume gefällt und auf den Befall untersucht. Die Berechnung der Population erfolgte auf 50 cm langen Sektionen in der Mitte der Stämmchen. Die Populations-

dichte wurde pro dm² Sektionsfläche berechnet. Die mittlere Höhe des untersuchten Kiefern nachwuchses betrug 2—2,5 m, mittlerer Durchmesser 3—4 cm, Alter 15—20 Jahre. An mehreren Stellen trat schon eine Vergelbung der Nadeln ein. Eine Reduktion des schon so geringen Zuwachses wurde nach zwei Jahren deutlich merkbar. Das Jungholz wurde einmal geläutert und stand in lichtem Verband. Die Ergebnisse dieser populationsdynamischen Untersuchungen sind in der Tab. 8 gegeben. Es hat sich herausgestellt, dass von der Wanze nicht nur die ganze untersuchte Verjüngungsfläche heimgesucht wurde, sondern dass der Schädlingsbestand im Verhältnis zur Stärke des Jungwuchses höher als bei den älteren, befallenen Kiefern war (stellenweise über 100 Wanzen je Bäumchen). Die Population hat sich über die Verjüngungsfläche ziemlich gleich verteilt. Auf Grund der zunehmenden Wanzengefahr musste die Aufforstung dieser und anderer abgeholzter Heideflächen in Frage gestellt werden. Das langsame Wachstum der Kiefer im Norden sowie Krankheiten, z.B. *Crumenula*, *Biatorella* und Schneeschütte, verschlechtern den Zustand des Kiefern nachwuchses noch mehr. Welche sind nun die Ursachen der Ausbreitung der Kiefern rindenwanze über so

umfangreiche Flächen mit Kiefern naturverjüngung? Um diese Frage zu beantworten, wurden in den angrenzenden Altbeständen Lichtungen mit Nachwuchs untersucht. Die Berechnung der Population erfolgte auf 50 cm langen Stammsektionen.

Es wurden 4 Lichtungen untersucht und in jeder 5 Bäumchen analysiert. Mittlere Höhe 3 m, Durchmesser 3,5 cm, Wachstum etwas herabgesetzt. Durchschnittliche Ergebnisse von 20 untersuchten Kiefern:

Lichtung A — 1,6 Individuen je dm²
 Lichtung B — 0,4 Individuen je dm²
 Lichtung C — 1,75 Individuen je dm²
 Lichtung D — 2,5 Individuen je dm²

Es erwies sich, dass die meisten Jungkiefern in den Lichtungen von der Wanze in ziemlich hoher Anzahl besetzt waren (bis über 150 Individuen/Bäumchen). *Man kann annehmen, dass die Verbreitung des Schädlings nach Abholzung der Altbestände von Herden in Lichtungen und grösseren Lücken ausgeht.*

7.6 Ortsangaben über das forstschädliche Auftreten der Kiefern rindenwanze in Schweden

Obwohl *Aradus cinnamomeus* als Forstschädling noch sehr wenig bekannt ist, hat sich erwiesen, dass diese Hemiptere in Schweden und auch in vielen anderen Ländern allgemein vorkommt. Die Ursachen der geringen Kenntnisse von diesem Schädling sind teils durch die verborgene Lebensweise, teils durch Vorliebe für trockene Lagen zu erklären. Letzteres wird verständlich mit Rücksicht auf die eingebürgerte Ansicht ein ungünstiges Wachstum an trockenen Orten sei nur mageren Bodeneigenschaften zuzuschreiben.

Eine gewisse Bedeutung scheint auch die im allgemeinen geringere Beachtung von Wanzen, Läusen, Milben u.dgl. Forstschädlinge im Vergleich mit anderen Gruppen zu haben. Der Verfasser hat versucht, das Vorkommen der Wanze in Schweden, wo ihr Auftreten der Aufforstung Schwierigkeiten bereitet, in ihrem Verbreitungsgebiet zu erfassen. Die Orte wurde durch persön-

Tab. 8. Anzahl der Wanzen/dm² Stammfläche.

Probefläche	1965	1966	1967
I	1,1	1,2	0,7
II	3,9	1,3	0,2
III	3,1	0,5	2,7
IV	1,4	4,4	0,9
V	1,3	1,5	0,9
VI	1,7	1,0	1,1
VII	1,1	0,9	0,6
VIII	1,2	0,8	—
IX	1,1	—	0,7
X	0,8	—	0,3
XI	0,7	—	—
I—XI	1,7	1,0	0,8

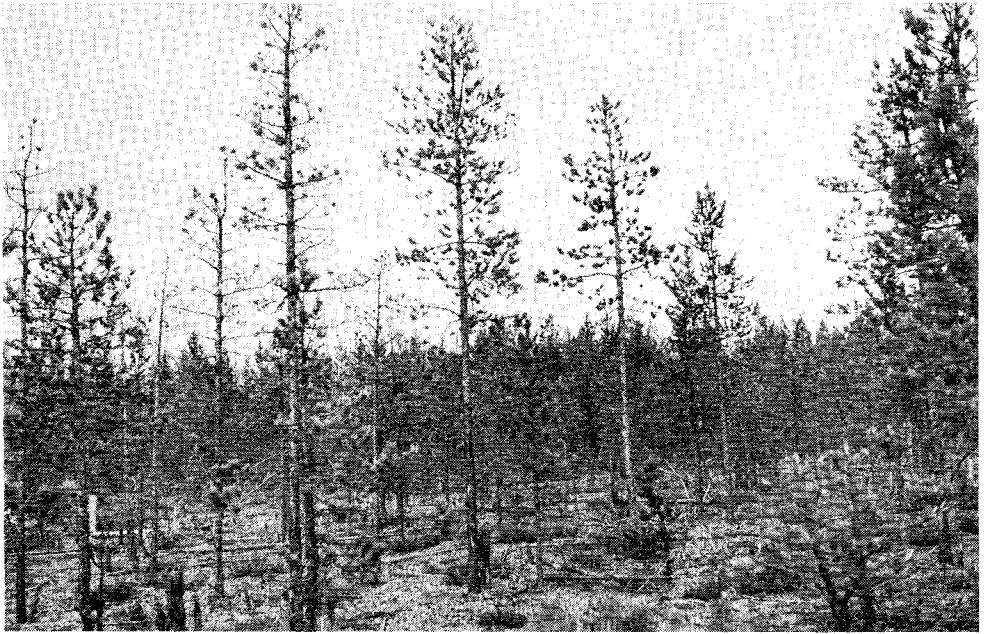


Abb. 34. Ein durch die Kiefernrindewanze stark befallener Bestand im nördlichsten Schweden. Tärändö.

liche Untersuchungen festgestellt und sind über das ganze Land verbreitet.

Wirtschaftliche Bedeutung hat dieser Schädling nur in solchen Wäldern, die für dieses Insekt die best geeigneten Lebensbedingungen aufweisen. Am umfangreichsten sind die Wanzenherde in den nordöstlichsten Teilen des Landes auf Sedimentböden längs der mittleren und unteren Läufe der zahlreichen Haupt- und Nebenflüsse.

Norrbotten: Im nördlichsten Teil der Provinz Norrbotten sind (nördlich des Polarkreises) folgende Orte mit zahlreichem Vorkommen zu nennen: Hakkas, Mäntivaara, Markitta, Tärändö (Abb. 34) sowie Pajala und Teile des Staatlichen Reviers Korpilombolo. Südlich des Polarkreises: natürliche Verjüngungen auf Sandböden längs der Küste des Bottnischen Meerbusens bei Sangis, Luleå (Antnäs) und Piteå (Munksund). Innen im Lande: Vuollerim, Vidsel und Käbdalis (Norden). Zwischen Vidsel und Norden befindet sich eine ca 100 ha grosse,

stark heimgesuchte Aufforstungsfläche des Staatlichen Reviers Sikå (Abb. 26). Der Schädlingsbestand wurde hier 1967 mittels zahlreicher Stammanalysen ermittelt. Ergebnisse: mittlere Höhe 2—2,5 m, Durchmesser 3,5 cm. Populationsdichte 6 Imago/dm². Bei der Mehrzahl der Jungkiefern ging der Zuwachs zurück. Auf dem Querschnitt der Stämmchen entstanden in den Jahresringen starke Schäden. Die meist angegriffenen Bäumchen gingen ein.

Westlich der Ortschaften Jokkmokk, Arvidsjaur und Arjeplog wurde auf den abgeholzten Heideflächen kein oder nur sporadisches Vorkommen der Wanze festgestellt.

Västerbotten: Zahlreiche geringe Herde längs der Küste zwischen Skellefteå und Umeå und stellenweise im Tal des Skellefte-Flusses und Nebenflüsse. Starker Befall auf aufgeforsteten Heideflächen zwischen Vindeln und Ume-Fluss. Ein starker Befall wurde 1965 zahlreicher Probeleimungen festgestellt. An mehreren Stellen zeigte sich eine merkbare Zuwachsverminderung und

Schäden an Jahresringen. Alter des angegriffenen Jungholzes 20—30 Jahre. Meistens Naturverjüngung. Es ist anzunehmen, dass die Verhältnisse im nordwestlichen Lycksele-Lappmark die gleichen sind.

Ångermanland und Medelpad: Mittlerer Befall an lichtem Kiefernjungholz (Långsele, Näsåker, Junsele, Sundsvall, Nordanå). Die umfangreichen Forste der Mo & Domsjö A.G. wurden leider nicht untersucht.

Jämtland: Keine Angaben.

Hälsingland und Härjedalen: Mittlerer Befall an mehreren Orten mit lichtstehendem Nachwuchs. Starker Befall auf ehemaligen Brandflächen (Voxnabruk, Bergvik & Ala A.G.). Kein schädliches Vorkommen in dichten Wäldern längs des Flusses Ljusnan.

Gästrikland, Uppland und Västmanland: In zahlreichen Beständen starker Befall in durchlichteten künstlichen und natürlichen Verjüngungen z.B. in Hedesunda, Tierp, Norrtälje, Rimbo, Åkersberga, Bogesund. Ein sehr häufiges Vorkommen auf freistehenden Kiefern in den Schären. Stellenweise sehr hoher Befall auf verkümmertem Kiefernjungwuchs längs zahlreicher grösserer und kleinerer Rollsteinsrücken sowie zu beiden Seiten von neugebauten Autostrassen (Hedeby). Ein zahlreiches Auftreten der Wanze wurde 1968 auf Heidekiefern in der Umgebung von Kopparberg notiert (Ståll-dalen, Billerud A.G.).

Dalekarlien (Dalarna): Siljansfors, Vika: mittlerer bis starker Befall auf Moränen-Heidekiefern. Kein Vorkommen auf dichtem Kiefernachwuchs auf frischen Sandböden längs des Siljansees zwischen Rättvik und Mora. Sporadisches Auftreten im nördlichen Teil der Provinz (Särna).

Värmland: Brattfors Revir (Uddeholm A.G.): Kiefernbestände auf leichten, sandigen Böden. An zahlreichen Orten sehr starker Befall. 1967—69 durchgeführte Abschätzung des Schädlingsbestandes ergab folgendes: Durchschnittliche Höhe 3—3,5 m,

Durchmesser 4,5 cm, Anzahl Wanzen (Imagines) 18/dm², 100—500 je Baum. Eine erhebliche Stagnation mit nachfolgender Verkümmern der Jungkiefern wurde bei einer Populationsdichte von 20 Imagines/dm² Stammfläche notiert.

Die meist heimgesuchten Kiefern wurden von *Blastophagus* befallen. Die Untersuchungen umfassten 5 verschiedene Forste. Stichproben längs des Flusses Klarälven ergaben an einigen Orten (Sågberget) sehr hohe Populationswerte; ein Teil des Kiefern-jungwuchs starb (1968, Uddeholms A.G., Nördliches Revier). Im Westen der Provinz wurde ein schädliches Vorkommen bei Lekvattnet beobachtet.

Östergötland und Västergötland: Mässiger bis starker, lokal begrenzter Befall an lichtem Kiefernachwuchs auf Flächen mit sandigem Boden. Kein oder nur sporadisches Vorkommen in Dickungen. Bezeichnend sind in diesem Zusammenhang die Verhältnisse in einem Teil von umfangreichen Bauernwäldern in der Prov. Skaraborg. Trotz scheinbar günstiger Lebensbedingungen in reinen Kiefernbeständen, konnte man auf dem Jungholz kein Vorkommen der Wanze nachweisen, was vermutlich dadurch zu erklären ist, dass die Wälder von den Besitzern sehr wenig genutzt werden. Der reichliche Anflug kann dadurch ungestört und dicht heranwachsen. Übrigens ist das Vorkommen des Schädlings in diesen Gebieten mit leichten Böden auf dem Flachland und auf den Höhenzügen längs des Sees Vättern (Hökensås) eine allgemeine Erscheinung.

Närke und Dalsland: Es liegen keine Angaben vor. Man kann vermuten, dass die Verhältnisse die gleichen sind wie in den angrenzenden Provinzen.

Smoland (Småland): Keine umfangreichen Herde, doch ein horstweises Auftreten in lichten, reinen Kiefernkulturen, besonders im Küstengebiet. Ein spärliches Vorkommen in reinen, ausgedehnten Kiefernbeständen mit reichlichem Anflug (Vaggeryd—Hok—Skillingaryd). Ein sehr starker Befall,

auch auf *P. mugo*, in der Umgebung von Forsheda (Slättösand).

Halland: Sehr häufiges Vorkommen und starke Schäden auf *P. mugo* und *P. silvestris* — Aufforstungen auf Dünensand entlang der Kattegattküste (Laholm, Tylösand, Haverdal). Im Revier Höka (Laholm) erheblicher Befall in der Wipfelregion von durchlichtetem *P. silvestris*-Stangenholz. Befall an 8—10jährigen Pflanzungen nach Abholzung des durch die Wanze heimgesuchten *P. mugo*-Gebüsches.

Schonen (Skåne): Im westlichen Teil der Provinz wurde kein häufiges Vorkommen des Schädlings beobachtet, nur auf Strandkiefern. Im östlichen Teil häufiges Auftreten sowohl entlang der Küste als auch vereinzelt im Inneren des Landes. Durch Kaininchenschäden entstandene lückenhafte Aufforstungen (bei Åhus) wurden einem sehr starken Befall ausgesetzt. Die meisten

Kiefernkulturen sind im östlichsten Teil der Provinz in dichtem Verband angelegt und werden trotz günstiger Klima- und Bodenverhältnisse nur an den Rändern angegriffen. Es wurde keine bedeutenden Schäden beobachtet (Trolle-Ljungby Eigentum).

Blekinge: Die Wälder bestehen vorwiegend aus Mischbeständen auf steinigten Böden und sind für die Kiefernrrindenwanze ungeeignet. Ein mässiges Vorkommen wurde auf der sandigen Halbinsel Listerlandet notiert, doch ohne wirtschaftliche Bedeutung. Dasselbe gilt für einige Orte im östlichen Teil der Provinz, wo die Wanze auf Nachwuchs in Altbeständen auf ehemaligen Dünen vorkommt (Kristianopel).

Öland: Das häufigste Vorkommen in Südschweden und die grösste Populationsdichte im ganzen Lande.

Einige Beispiele von Stichproben:

- Kiefer 1*. Höhe 2,10 m, Durchmesser 4 cm, Zuwachs 1964 — 21 cm, 1965 — 14 cm, 1966 — 14 cm, Anzahl der Wanzen (L V) 180/20 cm Stammfläche, 71/dm², >750 Wanzen/Baum.
- Kiefer 2*. Höhe 2,26 m, Durchmesser 3,5 cm, Zuwachs 1964 — 11 cm, 1965 — 7 cm, 1966 — 0 cm, Anzahl der Wanzen 120/20 cm Stammfläche, 55/dm², 700/Baum.
- Kiefer 3*. Höhe 1,80 m, Durchmesser 4 cm, Zuwachs 1964 — 20 cm, 1965 — 13 cm, 1966 — 6 cm, Anzahl der Wanzen 300/20 cm Stammfläche, 120/dm², 1000/Baum.

Diese Angaben beziehen sich auf das Revier Böda, wo schätzungsweise mehr als 400 ha Kiefernkulturen dem Wanzenbefall verschiedener Stärke ausgesetzt sind. Seit 1968 wurden im Revier Böda eingehende Untersuchungen über Ökologie, Entwicklung, schädliches Auftreten und Bekämpfung der Wanze durchgeführt. Die Massenvermehrung und Ausbreitung erfolgte langsam seit den 40iger Jahren nach Abholzung grösserer Flächen von Altbeständen. Die Kahlschläge wurden mit Kiefern bepflanzt, diese geläutert, wobei auch der Birkenanflug restlos entfernt wurde. Die Kiefernrrindenwanze war im Revier Böda seit langem einheimisch, wurde jedoch unter Kontrolle gehalten, da man die Bestände nicht so inten-

siv ausnutzte und die Schläge in normal-dichtem Verband aufforstete. Im Revier findet man z.Zt. zahlreiche 40—60jährige, gut geschlossene, reine Kiefernbestände, die keinem Wanzenbefall ausgesetzt waren. Diese kontrastieren mit den ungesunden, zuweilen vollkommen verkümmerten jüngeren Aufforstungen. Die schlimmsten Schadbilder zeigen geläuterte Kulturen, die zugleich von *Blastophagus* befallen werden (Abb. 35). Die lichten Kulturen, das milde Klima und geringe Niederschläge schaffen der Wanze auf Öland die bestmöglichen Lebensbedingungen.

Die Aufforstungsverhältnisse sind in dem Revier Böda z.Zt. nahezu katastrophal; zweckmässige waldbauliche Massnahmen



Abb. 35. Folgen eines kombinierten Angriffes: *Aradus*—*Blastophagus*. Öland 1973.

waren daher dringend notwendig. Die Pflanzungen werden im Verband $1,8 \times 1,8$ m angelegt und dann noch geläutert.

Gotland: Die Kiefern-rindenwanze ist über die ganze Insel verbreitet, und man kann kaum eine freistehende Jungkiefer finden, die nicht von dem Schädling befallen wäre. Die Wanze ist auf Gotland eines der häufigsten Forstinsekten. Das häufige Vorkommen wird durch Wachstumsverhältnisse der auf flachen Gesteins- und Kalkböden stokkenden Kiefern begünstigt. Die meisten ohnehin wenig frohwüchsigen Bestände leiden gleichzeitig unter chronischem Befall

der Wanze, was seinerseits das Wachstum stark beeinträchtigt. Erhebliche Schäden werden an zahlreichen Stellen in neuangelegten lichten Kulturen festgestellt. Pflanzungen auf kleinen Schlägen in gut erhaltenen geschlossenen Beständen werden sehr schwach befallen.

Die angeführten Angaben über das Auftreten der Wanze in den verschiedenen Teilen Schwedens gründen sich allein auf eigene Beobachtungen des Verfassers und können nicht ein vollkommenes Bild der Ausbreitung des Schädlings in Schweden geben (Abb. 36).

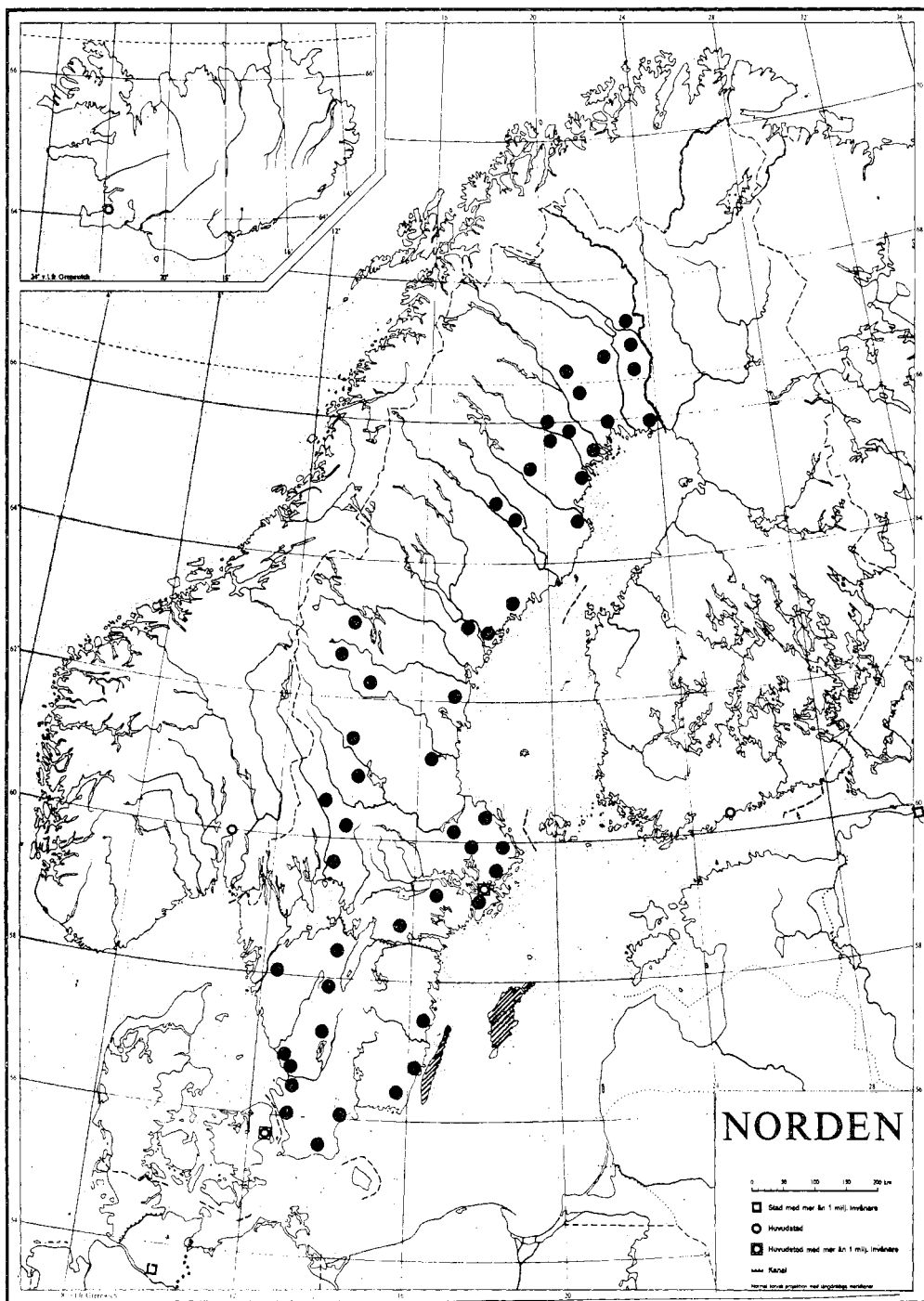


Abb. 36. Karte über die Funde von *Aradus cinnamomeus* in Schweden.

8 Einfluss der Kiefernprovenienz

Über den eventuellen Einfluss der Kiefernherkunft auf das Auftreten der Wanze ist in der Fachliteratur bis jetzt nichts veröffentlicht worden. In Schweden wurden seinerzeit mehrere Kiefern-Provenienzversuche angelegt. Bei Besichtigung einiger älterer Pflanzungen (1938—40) auf der Insel Öland konnten in den dichten, frohwüchsigen Versuchsbeständen keine Spuren früherer Wanzen-tätigkeit nachgewiesen werden. Die einzige Ausnahme bildeten Parzellen von auffallend krüppeligen Kiefern einer französischen Provenienz (Millau), die, wie sich erwiesen hat, vor längerer Zeit einem Wanzenbefall ausgesetzt waren. Wahrscheinlich waren die verkrüppelten Kiefern schon von Anfang an im Wuchs zurückgeblieben und konnten keine geschlossene Bestandeseinheit bilden. Die übrigen Versuchs-kiefern ausländischer und einheimischer Abstammung hatten alle ein gesundes Aussehen und eine gute Stammform. Die Versuche wurden in normalem Verband angelegt.

Ein anderes Bild zeigte eine Untersuchung eines Provenienzversuches von 1941 auf Gotland. (Der jetzt abgeschlossene Versuch wurde von Prof. Langlet in Hejde angelegt.) Die ca 7 m hohen Kiefern befanden sich während der Besichtigung (1973) in halbverdorrttem Zustand. In sämtlichen Reihen waren die Bäume in den oberen Stamm-partien mit sehr zahlreichen Wanzenlarven besiedelt und mit vielen Saugwunden auf der inneren Bast-schicht bedeckt. Stammanalysen zeigten, dass die Kiefern im frühen Alter nicht angegriffen waren. Die rapide Verschlechterung des Zustandes kam viel später.

Der jährliche Höhenzuwachs, der früher 20—35 cm betrug, verminderte sich bis auf einige cm. Vermutlich wurden die Versuchs-kiefern einem heftigen Befall der Wanze ausgesetzt, nachdem man die angrenzenden

Bestände abholzte und dadurch dem Schädling die Einwanderung ermöglichte. Es hat sich erwiesen, dass der Kiefern-nachwuchs auf den angrenzenden Kahlf lächen reichlich mit Wanzen befallen war. In dem erwähnten Falle wiesen sämtliche Kiefernherstammungen die gleiche Empfänglichkeit für den Wanzenbefall auf.

In diesem Versuche wurden folgende 12 Provenienzen vertreten: Böda (Öland), Halland, Vindeln (Västerbotten), Bränneberg (Norrbotten), Vitsand (Värmland), Axamo (Småland), Schlesien, Ostpreussen, Bromarv (Finnland), Modum (Norwegen), Riga (Lettland), Nord-Polen.

Ausser den älteren Provenienzversuchen wurden auch einige in der neueren Zeit angelegt, jedoch vor allem auf ehemaligen Acker- und Wiesenböden, wo die Lebensbedingungen für das Dasein der Wanze ungeeignet sind. Dasselbe bezieht sich auf Kiefern-samenplantagen, die auf Böden von guter Bonität angelegt werden und trotz sehr weitem Verband der Wanze keine guten Lebensbedingungen bieten können, was auch der üppigen Bodenvegetation zu verdanken ist.

Pravdin (1968), Russland, warnt vor schablonmässiger Lichtung von Samenplantagen, da die weitstehenden Kiefern von der Kiefern-rindenwanze angegriffen werden.

Trotz mangelhafter Erfahrungen kann man annehmen, dass keine Provenienz der gemeinen Kiefer an und für sich eine besondere Disposition für oder Resistenz gegen Wanzenbefall besitzt. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass ungeeigneter Standort und ungeeignetes Klima die Anfälligkeit erhöhen können. Stefansson (1964) hat durch Versuche in Nordschweden festgestellt, dass mit der Versetzung derselben Kiefernprovenienz in rauhere Klimlagen die Befallsempfänglichkeit für Kulturschädlinge zunimmt.

9 Parasiten, Prädatoren und Krankheiten

Über die Beziehungen zwischen der Kiefern-rindenwanze und anderen lebenden Organismen liegen sehr wenige Angaben vor. Bezüglich der Schmarotzer ist nur ein Eiparasit bekannt. Der Verfasser hat gelegentlich im Norden beobachtet, wie diese winzigen Schlupfwespen während der Eiablage der Wanzen massenhaft um die befallenen Jungkiefern schwärmen.

Die Wespe erwies sich als *Microphanus discolor* Ptz.¹. Man hat keine Erfahrungen bezüglich der Tätigkeit dieses Eiparasiten in Schweden. Nach Angaben in der russischen Fachliteratur kann *Microphanus* bis zu 63 % der Wanzen Eier infizieren (Gusev, Rimskij-Korsakov u.a. 1961). Es soll dabei auch eine andere Art — *Microphanus scutularis* Thoms. beteiligt sein. Nach Behauptung mehrerer Verfasser werden die Wanzen von *Raphidia*-Larven eifrig verfolgt, so z.B. soll *R. ophiopsis* im Laufe von 4 Tagen 55 erwachsene *Aradus* vertilgt haben (Davidova, bei Ozols 1960). Man kann unter der Rinde von *Aradus*-Kiefern häufig *Raphidia*-Larven verschiedener Grösse finden.

Die Behauptung, dass auch *Formica rufa* die Kiefern-rindenwanze verfolgt, konnte durch eigene Beobachtungen nicht bestätigt werden. Nach Koehler (1968) soll die Spinne *Coriarachne depressa* (C. L. Koch) die Kiefern-rindenwanze angreifen. Von anderen Prädatoren findet man oft *Elatophilus stigmatellus* (Zett.) *Anthocoridae*². Ob diese Raubwanze auch *Aradus* angreift, ist unbekannt. Dasselbe bezieht sich auf die sehr häufig vorkommenden Coccinelliden *Exocomus 4-pustulatus* und mehrere *Scymnus*-Arten.

Von Vögeln, die der Kiefern-rindenwanze nachstellen, wird in der Fachliteratur der Waldbaumläufer, *Certhia familiaris*, und der Specht, *Dendrocopos major* erwähnt. Nach Ozols (1960) wurden im Magen eines Spechtes 272 noch nicht verdaute Wanzen ge-

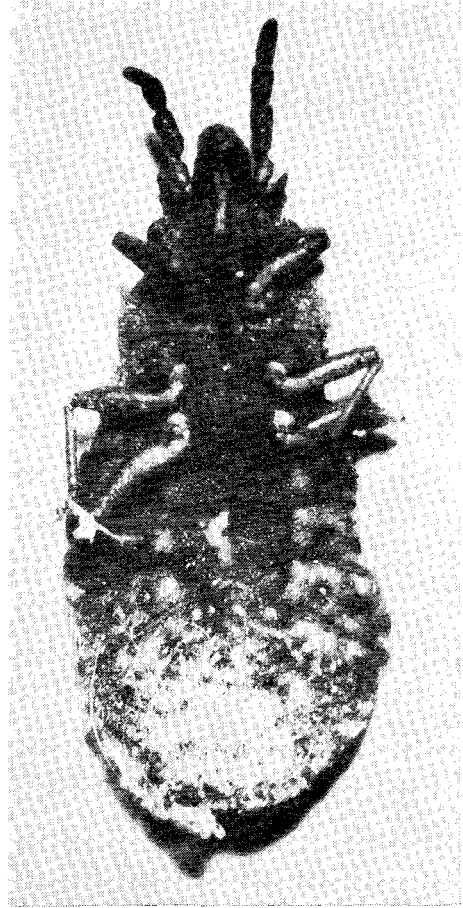


Abb. 37. Eine verschimmelte Rindenwanze.

funden. Meistens ist die Vogelwelt in den durch die Kiefern-rindenwanze heimgesuchten Heidegebieten nicht reichlich. Daher ist es fraglich, ob man den Vögeln als regulierenden Faktor allzu grosse Bedeutung zuschreiben kann.

¹ Von K.-J. Hedqvist, Stockholm, liebenswürdig determiniert.

² Von F. Ossianilsson, Uppsala, liebenswürdig determiniert.

Wie viele andere Insekten, so ist auch *Aradus* dem Befall von Mykosen ausgesetzt. Nach Literaturangaben ist *Beauveria bassiana* Vuill. (Verticillaceae) der meist in Frage kommende Pilz. Es liegen keine bestimmten Angaben über den Einfluss dieses Pilzes auf die *Aradus*-Population vor. Nach Smirnov (1954) beträgt die Mortalität von 2 bis 20 %. Es wurden Versuche gemacht, die Wanze mit *B. bassiana* zu bekämpfen, auch in Schweden.

Man findet häufig im ganzen Lande tote, mit weissem Schimmel bedeckte Wanzen (Abb. 37). Müller-Kögler, Darmstadt, hat auf *Aradus cinnamomeus*-Material aus Nordschweden (1966) einen insektenpathogenen Pilz festgestellt: *Paecilomyces farinosus* (Dicks. ex. Fr.) (syn. *Spicaria farinosa* (Fr.) Vuill.)³.

³ Nach einer schriftlichen Mitteilung.

10 Bekämpfung

10.1 Waldbauliche Massnahmen

Eckstein (1905) war der erste, der Vorschläge machte, die Kiefernrrindenwanze durch Waldpflege, wie Bodenbearbeitung, Düngung u.dgl. zu bekämpfen. Er hat ferner empfohlen, an Orten, wo die Wanze schädlich auftritt, an Stelle der gemeinen Kiefer, die Glattrindige *Pinus banksiana* anzubauen, da diese von der Wanze nicht befallen wird.

Dass die Rindenwanze diese *Pinus*-Art tatsächlich nicht angreift, bestätigen eigene Beobachtungen des Verfassers in Schweden auf einer stark „verwanzen“ *P. sylvestris*-Kultur, gemischt mit *P. banksiana*. Letztere wurde von der Wanze garnicht befallen (Strängnäs Revier 1972).

Aradus meidet auch die glattrindige Weymouthskiefer (*P. strobus*), sowie die Schwarzkiefer, *P. nigra (austriaca)*. Es ist verständlich, dass diese Arten, besonders die Strobe, die gemeine Kiefer aus waldbaulichen Gründen nicht ersetzen können. In gewissen Fällen ist es jedoch möglich. Auf der Insel Öland, wo die Rindenwanze massenhaft vorkommt, wächst die Strobe und bildet auch Bestände. Nach Aussagen der Forstverwaltung soll die Strobe guten Absatz haben und für gewissen Holzbedarf sogar bevorzugt werden. In diesem Zusammenhang wurde vorgeschlagen, die von der Wanze stark bedrohten Flächen mit Weymouthskiefer zu bepflanzen.

In Holland pflegt man an Stelle der schlechtwüchsigen gemeinen Kiefer die glattrindige *P. austriaca* zu pflanzen. Solche Bestände sehen frohwüchsig aus und werden von der Wanze nicht befallen. In Belgien kultiviert man *P. nigra (corsicana)* an Stelle der gemeinen Kiefer. Diese Art ist grobrindig und wird von der Kiefernrrindenwanze stark angegriffen. Ausschlaggebend für die

Vorbeugung des Massenauftretens der Kiefernrrindenwanze ist die Dichte der Kulturen, d.h. die Verbandsweite.

In dieser Abhandlung wurde mehrmals betont und bewiesen, wie lichte oder lückenhafte Aufforstungen von der Wanze heimgesucht und verheert werden. In Russland, wo die Kiefernrrindenwanze einer der schlimmsten Kulturschädlinge ist, wird vorgeschrieben, die Kulturen so dicht anzulegen, dass die Pflanzungen in kürzester Zeit sich schliessen können. Dies entspricht etwa 10 000—15 000 und mehr Pflanzen/ha (Padij 1962). Bei Pflegehieben darf man nicht den Dichtegrad 0,7 untersteigen (Voronov & Semenova 1963). Wo nur die waldbaulichen Verhältnisse es ermöglichen, sollen Mischbestände angelegt werden.

Auf mageren Kiefernrböden, wo kein Anflug der Birke zu erwarten ist, soll die Verbandsweite entsprechend dichter sein. Mehrere Forscher empfehlen zur Abschirmung neu angelegter Kulturen ca 10 m breite Schutzstreifen aus Laubholz (Birke). An Stelle der Birke sollen auch sehr dichte Kiefernstreifen guten Schutz leisten. In Deutschland, wo man die Kiefer im allgemeinen sehr dicht pflanzt (18 000 Pflanzen/ha), kommen auch keine ernsten Wanzen-schäden vor. Die Dickungen werden in der Regel nicht geläutert. Der ungewöhnlich weite Verband (1900—3000 Pflanzen/ha), den man in der letzten Zeit in Schweden einfuhrte, bereitet der Wanze, wie schon mehrmals betont wurde, die günstigsten Lebensbedingungen. Die weitständigen Kulturen werden dann noch geläutert, oft schon im Alter von 10—12 Jahren, was den begonnenen Befall noch mehr verstärkt. Die zunehmende Wanzengefahr ist vor allem den heutigen Waldverjüngungsmethoden zu verdanken. Eine Einschränkung der Wanzengefahr ist nur durch Änderung der heute

geltenden, schablonenhaften Verjüngungsregeln möglich, die mehr aus ökonomischen Erwägungen als mit Rücksicht auf die Waldökologie geschaffen wurden. Die Kultivierung solcher Flächen, die einer ernsten Wanzeninvasion ausgesetzt werden können, darf nicht schematisch ohne Rücksicht auf den Forstschutz geschehen. Die durch dichteren Verband entstandenen Mehrkosten müssen in Kauf genommen werden, um die angelegten Kulturen in gesundem Zustande zu erhalten. Dasselbe bezieht sich auf schablonenhafte Läuterungen, wobei man noch vor kurzem die Birke restlos entfernte. Läuterungen sollen nicht nach einer Höhenschablone, sondern mit Rücksicht auf das Alter und Zustand des in Frage kommenden Bestandes durchgeführt werden. Bezüglich der Rindenwanze soll man im südlichen Schweden nicht vor 20 Jahren durchforsten.

Bei Abholzung reiner Kiefernbestände ist es notwendig, besonders im Norden, dass man die in den Lücken entstandenen Kiefernhorste nicht stehen lässt, da diese, wie sich erwiesen hat, Ausgangspunkte für die Bildung von neuen Wanzenherden sind. Dass man, wo es möglich ist, die Kiefer mit Birke mischen soll, braucht nicht besonders betont zu werden.

10.2 Düngung

In der letzten Zeit haben sich mehrere Forscher mit dem Einfluss der Düngung auf die Forstschädlinge befasst. Eine Reihe von Untersuchungen haben gezeigt, dass die Düngung auf die meisten Forstinsekten hemmend wirkt (Schindler 1967, u.a.). Die bisherigen Untersuchungen behandelten vor allem nadel- und rindenfressende Insekten (Oldiges 1959, Schwenke 1960, Büttner 1961, Merker 1961). Es ist bezeichnend, dass die Düngung auf Homopteren und phytophage Milben lebensverbessernd wirken soll. Man hat versucht, auch die Ursachen der Wirkung der Düngung auf die Insekten, vor allem auf die sogenannten Grossschädlinge, zu untersuchen. Schwenke (1962) hat mittels spezieller Messungen festgestellt, dass bei geringer Larvenmortalität ein höherer Zuckergehalt und bei höherer Larvenmortalität

ein geringerer Zuckergehalt in den Nadeln vorkommt. Ferner, dass Düngung mit Stickstoff den Zuckergehalt der Nadeln vermindert und dadurch die Larvenmortalität erhöht. Diese Feststellungen beziehen sich nur auf nadelfressende Insekten. Bezüglich der Saftsauger (Blatt- und Schildläuse sowie Spinnmilben) soll die Nahrungsaufnahme mit steigendem Turgor leichter werden. Die Düngung soll deswegen durch erhöhten Turgor befallsfördernd wirken.

Auf Borkenkäfer soll die durch Düngung entstandene Harz- und Rindensaftausscheidung schädlich wirken. Die Düngung kann auch rein mechanisch durch Bildung härterer Gewebe und Harzkruste auf die Tätigkeit der Schädlinge hemmend wirken (Oldiges 1959). Grosse Bedeutung wird der Einwirkung der Düngung auf den Wasserhaushalt der Bäume beigemessen (Schwenke 1960).

Die Ursachen der Wirkung der Düngung auf die Insekten und die dadurch hervorgerufenen physiologisch-chemischen Veränderungen sind noch wenig erforscht und bedürfen, wie Schindler sich ausdrückte „einer Untermauerung durch weitere Untersuchungen“ (Schindler 1967).

Bezüglich des Einflusses der Düngung auf die Kiefern rindenwanze liegen, mit Ausnahme einiger eigener Beobachtungen, keine Berichte oder Erfahrungen vor. In Schweden hat man in der letzten Zeit begonnen, durch Düngung das Wachstum und den Ertrag der Waldbäume zu steigern. An mehreren Orten hat man umfangreiche Düngungsversuche angelegt. Einige dieser Versuche wurden ganz unbewusst in Kiefernverjüngungen mit sehr reichlichem Vorkommen der Wanze angelegt. Drei solcher Versuche gaben Gelegenheit, die Wirkung der Dünger auf die Rindenwanze zu untersuchen.

Zwei Versuche wurden auf kalkreichen Schlickböden des entwässerten Mästermyr-Moores auf Gotland angelegt. Das Mästermyr war ursprünglich 2,670 ha gross, wurde in den Jahren 1902—1910 trocken gelegt und seitdem landwirtschaftlich genutzt (Munthe u.a. 1927). Ein geringer, für die Landwirtschaft ungeeigneter Teil des ehe-

maligen Moorlandes wurde in den Jahren 1925 und teilweise 1938 versuchsweise mit Kiefern bepflanzt. Diese Pflanzungen zeigten schlechtes Wachstum, was auch Anlass gab, die Düngungsversuche anzulegen.

Der kränkelnde Zustand der Kiefern wurde als typischer Stickstoffmangel gedeutet (Eidmann & Ingstad 1963). Die Kiefern-kulturen wurden in Parzellen eingeteilt und seit 1955 im Laufe von 8 Jahren jährlich mit 100 kg N/ha in Form von Ammonium-sulfat oder Natriumnitrat behandelt. (Ausser Stickstoff wurden einige Parzellen auch mit P und K behandelt.) Aus den Ergebnissen der Düngung ist zu ersehen, dass schon die erste Stickstoffgabe einen sehr starken Einfluss auf den Zuwachs der Gipfeltriebe hatte, nämlich von 5 cm *vor* der Behandlung auf 20—40 und mehr cm in den folgenden Jahren. Eine kombinierte Stickstoff-Phosphordüngung ergab geringeren Effekt als die reine Stickstoffdüngung. Der Versuch wurde 1963 abgeschlossen. Bezüglich des Ernährungszustandes und des Zuwachses wurde eindeutig festgestellt, dass der Zuwachsbegrenzende Faktor in erster Linie Mangel an Stickstoff war.

Der Verfasser besuchte das Versuchsgebiet das erste Mal im Jahre 1967 und fand dort eine frohwüchsige Kiefernoase, umgeben von krüppeligem und absterbendem Kiefernjungholz, vor. Es waren die gedüngten Parzellen, die so stark mit der ungesunden Umgebung kontrastierten. Bei der Untersuchung der unbehandelten Parzellen mit gepflanzten Kiefern und des krüppelwüchsigen, ziemlich reichlichen Anfluges, erwies sich bald, dass das ganze Gebiet einem äusserst starken chronischen Befall der Kiefern-rindenwanze ausgesetzt war. Die Kiefern zeigten typische Folgen der Wanzen-tätigkeit — starke pathologische Veränderungen in den Jahresringen mit Bildung von

Wundegewebe, Rissen im Bast und Harzwunde sowie Verdorrung der Gipfel und frühzeitiger Abfall der Nadeln. Unter der Rinde konnte man zahlreiche Wanzen verschiedener Stadien finden.

Auf den Querschnitten der gedüngten Kiefern wurden gleichfalls schwere Schäden sichtbar, doch begrenzten sich diese auf die Jahresringe *vor der Behandlung*. Nach der Düngung konnte man keine Tätigkeit des Schädlings nachweisen. Die N-Düngung hat den Angriff unterbrochen und die Kiefern gerettet.

Im Jahre 1957 wurde im gleichen Gebiet ein neuer Düngungsversuch angelegt. Man hat parzellenweise (21 × 15 m) Kiefer, Fichte und Birke gemischt bzw. getrennt gepflanzt. Die Pflanzung teilte man in zwei gleiche Blöcke ein, von denen der eine ab 1958 bis 1966 mit 100 kg N/ha jährlich gedüngt wurde.

Der andere Block verblieb mit geringen Ausnahmen als Kontrolle ungedüngt. Es erbot sich Gelegenheit, diesmal das Wachstum von jüngeren gedüngten und ungedüngten Kiefern zu untersuchen. Der Unterschied zwischen der gedüngten und unbehandelten reinen Kiefern-pflanzung gleichen Alters war auch in diesem Versuche sehr gross. Während die eine Hälfte der Versuchsfläche von frohwüchsigen, fast 4 m hohen, dicht stehenden Kiefern mit kräftigen Trieben bewachsen war, bestand die gleiche Pflanzung auf der Kontrollfläche aus halb so hohen, mageren, teilweise buschförmigen Bäumchen mit lichter und kurzer Benadelung. Im Jahre 1963 wurde die Kontrollparzelle mit 100 kg P und K/ha behandelt, was aber den Zustand der Bäumchen nicht veränderte. Analysen von zwei ungedüngten Kiefern ergaben folgende Resultate:

Kiefer 1: 18.9.1969 — Höhe 1,25 m, Alter 13 Jahre, Durchmesser 2,8 cm. Jährlicher Zuwachs bis zum Alter von 7—8 Jahren 12—18 cm, danach schnelle Abnahme und in den letzten 3 Jahren kaum 5 cm. Auf dem Querschnitt des Stämmchen sehr starke Schäden. Population — 130 Wanzen.

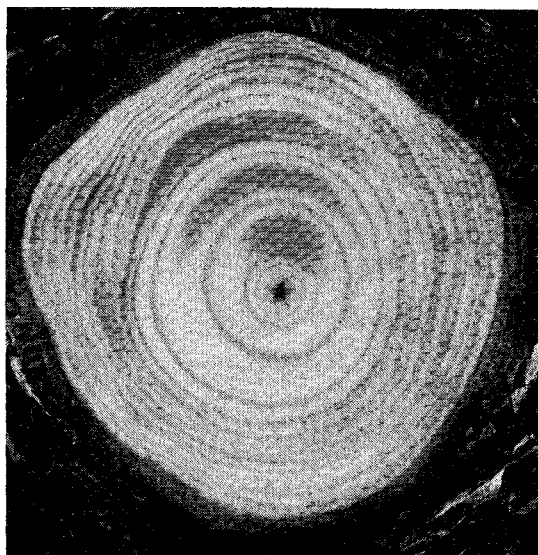


Abb. 38. Eine schwer angegriffene 16jährige unge-
düngte Kiefer, die anfangs gutes Wachstum aufwies.
Gotland, Mästermyr 1972. Ca 2× vergr.

Kiefer 2: 20.9.1972 — Höhe 2 m, Alter 16 Jahre, Durchmesser 3 cm. Jährlicher Zuwachs bis zum Alter von 7—9 Jahren 24—25 cm, danach allmähliche Abnahme und in den letzten 3 Jahren 7—8 cm. Auf dem Querschnitt sehr starke Schäden. Population über 100 erwachsene Wanzen und ältere Larven. Nadeln 2 cm lang, gelblich-grün.

Auf den gedüngten Kiefern wurden keine Wanzen gefunden, mit Ausnahme einzelner Exemplare an Randbäumen; diese haben aber keinen Schaden verursacht. Die Wirkung der Düngung auf die Wanze war auch in diesem Versuch eindeutig negativ. Es ist ersichtlich, dass nicht die Bodeneigenschaften und der Stickstoffmangel das schlechte Wachstum der Kiefer verursachte, sondern vor allem die verödende Tätigkeit der Kiefern-rindenwanze. Aus Stammanalysen ist zu ersehen, dass die Kiefern bis 8—9 Jahre einen guten, vollkommen normalen Zuwachs aufwiesen, der danach stark abnahm. Die Verminderung des Zuwachses stimmte mit der zunehmenden Saugtätigkeit der Wanze überein, was auf dem Stammquerschnitt der befallenen Bäumchen sichtbar ist (Abb. 38).

Dass die Kiefer auf dem erwähnten, trockenen gelegten kalkreichen Moorboden ge-

deihen kann, beweist ein reichliches Vorkommen des Anfluges in diesem Gebiete. Die Naturverjüngung wird von der Wanze gleichfalls stark befallen.

Die Kiefern bilden keine Stammform, sondern verbleiben buschförmig mit zahlreichen, langen, niedrigen Seitenzweigen und verdorrten Gipfeln. Die meisten Kiefern, die einen starken Wanzenbefall überlebten, weisen jedoch ein ansehnliches Dickenwachstum auf (bis mehr als 25 cm), siehe Abb. 19.

Die beschriebenen Versuche zeigen, dass es möglich wäre, die Düngung zur Bekämpfung der Kiefern-rindenwanze anzuwenden. Unklar bleibt jedoch die erforderliche Menge Stickstoff. Die in den erwähnten Versuchen angegebenen Mengen und eine Wiederholung der Düngung im Laufe von mehreren Jahren wäre in der forstwirtschaft-



Abb. 39. Stammquerschnitt einer vor mehreren Jahren stark befallenen Kiefer. Zustand nach wiederholter Düngung. Gegenlichtaufnahme. Hälsingland 1973.

schaftlichen Praxis nicht anwendbar.

Eine wertvolle Unterlage ergab 1973 die Untersuchung einer gedüngten Kiefernkultur in Hälsingland (Voxna Bruk, Lokilsheden, Bergvik & Ala A.G.). Von der Forstlichen Verwaltung wurden folgende Angaben erhalten. Im Sommer 1934 hat ein heftiger Brand eine über 50 ha grosse bewaldete Fläche total zerstört. Die ganze Fläche wurde von neuem allmählich erfolgreich aufgeforstet. Nach dem trockenen Sommer 1959 trat eine sehr merkbare Verschlechterung der ganzen auf kieselhaltigem Boden wachsenden Kultur ein. Zahlreiche Jungkiefern befanden sich in einem verdorrten Zustand. Auf Grund einer Bodenanalyse der forstlichen Hochschule wurde beschlossen, die betroffene Kultur (50 ha) mit dem Stickstoffpräparat Urea zu düngen. Die Düngung erfolgte 1962 mittels Flugzeug und die Menge betrug 60 kg/ha. Danach trat eine sehr geringe Verbesserung des Zuwachses ein und man beschloss, 1967 die ganze Fläche mit 500 kg/ha Kalkammoniums-

peter (130 kg N/ha) mittels eines Traktors zu düngen. Nach dieser Behandlung verbesserte sich der Zustand so markant, dass der Höhenzuwachs fast 30 cm erreichte. Als der Verfasser den Versuchsort im Sommer 1973 besuchte, befand sich die Kultur noch immer in frohwüchsigem Zustand. Auf dem Querschnitt abgesägter Stämmchen (Abb. 39) konnte man deutlich den Wachstumsverlauf verfolgen: bis 1,5 cm Durchmesser sehr langsamer Zuwachs, zwischen 1,5 und 2 cm eine merkbare Verbesserung, nachdem aber totale Verschlechterung mit sehr starken Schäden in den Jahresringen (schwarze Flecke), was auch den kränkenden Zustand der Bäumchen verursachte und Anlass zur ersten Düngung gab. Nach der Behandlung trat eine geringe Verbesserung ein, doch noch immer von der Tätigkeit der Wanze begleitet. Eine rapide Verbesserung erfolgte erst nach der zweiten Düngung. Die Kultur hatte das sehr gute Wachstum noch nach Verlauf von 6 Jahren. (Nach Tamm, 1962, hat Stickstoffdüngung eine Wirkung von

höchstens 5 Jahren.) Der Bestand wurde auch dichter und schien die Wanzengefahr überstanden zu haben. Mehrere Kiefern, besonders freistehende, wurden zwar von neuem befallen, ohne jedoch dass merkbarer Schaden zu sehen war.

Die zuletzt erwähnte Düngung (130 kg N/ha) wirkte auf den Wanzenbefall ausreichend hemmend und dürfte für die Praxis als Richtschnur gelten. Über die Ursachen der repellierenden Wirkung des Stickstoffes auf die Kiefernrrindenwanze weiss man heute ebenso wenig, wie über den Einfluss der Düngung auf andere Insekten. Wie früher erwähnt, hat man versucht, die schädliche Wirkung der Düngemittel auf die Insekten auf verschiedene Weise zu erklären — durch erhöhte Turgeszenz, Verminderung des Zuckergehaltes, Harzausscheidung nach Stickstoffdüngung (Grimalskij 1971), mechanischer Widerstand usw.

10.3 Chemische Bekämpfung

Die ersten Anweisungen zur direkten Bekämpfung der Kiefernrrindenwanze gab Eckstein (1904, 1905). Er hat empfohlen, die befallenen Stämmchen mit einer Petroleumemulsion zu bestreichen oder mittels einer „Syphoniaspritze“ zu behandeln. „Vorzügliche Dienste“ sollte auch Kalkmilch leisten. Viel später hat Schnaider (1968, Polen) die Petroleumemulsion (5 %) als selektives Mittel an Stelle von HCH mit befriedigenden Ergebnissen verwendet. Man bespritzte mit der Emulsion die Basis der Stämme während der Winterdiapause der Wanze.

Stravinski (1928) hat versucht, den Boden um die befallenen Kiefern mit Paradichlorbenzol zu behandeln, doch ohne befriedigende Resultate. Nach der Entdeckung von DDT und HCH hat man in Russland begonnen, Krieg gegen die Kiefernrrindenwanze zu führen. In den Handbüchern und fachlichen Schriften findet man zahlreiche genaue Anweisungen über erforderliche Normen sowie Berichte über erfolgreiche Bekämpfungsaktionen (Voronzov 1962).

Man bestäubt mit 12 % HCH oder bespritzt mit 2 % HCH- und DDT-Emulsion. Die Behandlung geschieht im zeitigen Früh-

jahr oder nach der Herbstmigration des Schädlings. Man behandelt die Basis der Stämmchen und die Bodendecke in einem Umkreis von 50 cm. Der Verbrauch beträgt 20—30 g HCH/Kiefer bei Bestäubung und 50 g/Kiefer bei Bespritzung. Bei einer Aktion wurden auf diese Weise eine 700 ha grosse Waldfläche behandelt. Die Aktion war erfolgreich (Anichkova 1957). In der Ukraine hat man mit 12 % HCH 51 000 ha 18jährige Kiefern bestäubt. Erfolg 85—97 %. Bestäubung mit DDT ergab jedoch keine befriedigenden Resultate (Matshet & Pashov 1955). Stopkanj (1956) berichtet über 100 % Erfolg mit DDT- und HCH-Bespritzung (gleichfalls in der Ukraine). Die Wanzen wandern jedoch nach einem Jahre wieder in die Kulturen ein. Einen vollkommenen Erfolg kann man erst bei Behandlung sämtlicher befallener Flächen erhalten. Ausser DDT und HCH hat man auch andere Mittel wie Nikotinsulfat, Petroleum, Piretrum und in der letzten Zeit auch systemische Insektengifte benutzt. Im Distrikt Kuibishev (Wolga Gebiet) wurden 2000 ha Kiefern-kulturen mit verschiedenen chemischen Mitteln behandelt (Treskuin & Prokopov 1960). Andrejeva (1964, 1966) berichtet über Versuche mit 0,5 % Metasystox und Rogor. Die Mortalität betrug 74—75 %. Bei wiederholten Behandlungen wurde die Wanzenpopulation restlos vernichtet. Verbrauch 0,25 Liter/Kiefer. Die Kontrolle erfolgte durch Anlegen von Mullverband um die Stämme. Befriedigende Resultate wurden auch mit Methylmerkaptophos-Präparat erhalten. Über erfolgreiche Versuche mit systemischen Giften berichtet Valenta (1968, Litauen). Man bespritzte im Sommer die Kronen und teilweise die Stämme mit 1—3 % Rogor und erreichte 100 % Erfolg (Verbrauch der Emulsion 800 Liter/ha). Gute Resultate wurden auch mit anderen systemischen Präparaten wie Phosphamid und Chlorophos erhalten. Schnaider (1968, Polen) hat gleichfalls organische Phosphorpräparate, wie Metasystox, Systox und Dipterex in verschiedenen Konzentrationen verwendet, doch keine befriedigenden Ergebnisse erhalten.

Eigene Versuche wurden im Norden und

auf der Insel Öland mit Rotoxol und Rogor durchgeführt, ausserdem auf Öland mit Lindan. Im Norden wurde im Oktober 1967, also während der Winterdiapause, eine 0,5 ha grosse Heidefläche mit frisch befallenen lichte Kiefernflug behandelt. Die Fläche wurde mittels einer Motorspritze mit 2,5 % Rotoxol-Wasserlösung und einem Verbrauch von 200 Liter/ha bearbeitet. Man bespritzte die Bodendecke (Renntiermoos) rund um die Stämmchen. Ausser der Bespritzung wurde eine gleichgrosse Fläche mit 30 kg Rotoxol/ha bestäubt. Die Kontrolle erfolgte im Sommer 1968. Die Bespritzung ergab 74 % Erfolg, die Bestäubung keinen. Der zweite Versuch mit Rotoxol wurde Ende April 1968 auf Öland ausgeführt. Man wählte für den Versuch eine über 20 Jahre alte, lichte Kiefernplantation, die einem sehr starken Befall der Wanze ausgesetzt war. Es wurde ein Teil der Kultur, insgesamt 500 Bäume, behandelt. Diesmal wurde nicht nur die Basis sondern auch die Stämme der ganzen Länge nach mit 2 % Rotoxollösung benetzt. Der Verbrauch betrug 0,26 Liter/Kiefer. Es war „Flugjahr“ und die Sanierung fand zur Zeit der Paarung statt, während der die sonst so trüben Wanzen besonders lebhaft auftreten. Die Behandlung ergab einen vollen Erfolg. Durch genaue Untersuchungen wurde festgestellt, dass die gesamte Wanzenpopulation auf den behandelten Kiefern vernichtet wurde, während daneben, auf dem unbehandelten Teil der Kultur, auf jeder Kiefer zahlreiche Wanzen vorgefunden wurden. Die Kontrolle wurde im August desselben Jahres wiederholt. Es erwies sich, dass die unbehandelten Kiefern von Hunderten von jungen Larven besetzt waren, während auf den bespritzten Bäumen keine Eiablage stattfand. Die sanierten Kiefern verblieben noch nach 5 Jahren wanzenfrei. Der Zustand der Kultur hat sich markant verbessert (Näheres: Abschnitt 7.4, Abb. 31, 32).

Der Lindan-Versuch wurde 1969 auf Öland angelegt. Es wurden Stämme von ca 2 m hohen Kiefern mit 0,3 % und 0,5 % Lindan-Wasserlösung benetzt. Verbrauch 75 cm³/Kiefer. Bei 0,3 % Konzentration betrug

die Mortalität 41 %, bei 0,5 %—76 %. Versuche mit Rogor wurden im Norden und auf Öland durchgeführt. Im Norden erfolgte die Behandlung Mitte Juli. Es wurden zwei 20—25 m grosse Probeflächen mit befallenen, lichtstehenden, ca 3 m hohen Kiefern angelegt. Auf einer Fläche wurden die Kronen mit 0,3 % und auf der anderen mit 0,5 % Rogor-Wasserlösung bespritzt. Verbrauch 30 Liter/Versuchsfläche.

Die beiden Versuche ergaben keinen Erfolg. Der Rogor-Versuch wurde mit gleichen Konzentrationen im Juni 1967 auf Öland wiederholt. Verbrauch 0,5 Liter/Kiefer. Diesmal ergab die Bespritzung der Kronen guten Erfolg. Man konnte nach der Behandlung zahlreiche tote Wanzen von den Kiefern abschütteln. Bei einer Nachkontrolle im August desselben Jahres wurden zwei unbehandelte und zwei behandelte Kiefern auf den Befall untersucht. Auf den zwei bespritzten Kiefern bestand die Population aus 27 Wanzen, von denen 18 tote und 9 kranke. Auf der zweiten unbehandelten Kiefer wurden 185 lebende und keine toten Tiere vorgefunden.

Man kann vermuten, dass der Versuch im Norden für eine systemische Behandlung zu spät angelegt wurde, deswegen der Misserfolg. Aus den angeführten Versuchen ist zu ersehen, dass es möglich ist, die Rindenwanze auf chemischem Wege zu bekämpfen.

10.4 Biologische Bekämpfung

Es wurden Versuche gemacht, die Rindenwanze mit dem Pilz *Beauveria (Bortrytis) bassiana* Vuill. (*Verticillaceae*) zu bekämpfen. Es ist bekannt, dass dieser Pilz bei vielen Insekten die verödende Krankheit *Musccardine* verursacht. Smirnov (1954) berichtet über erfolgreiche Anwendung des Pilzes in Labor- und Feldversuchen. Er beschreibt in Einzelheiten auch die Technik des Verfahrens: Bereitung der mit Wasser gemischten sporentragenden Substanz mit der die Basis der Stämme und die Bodenstreu bespritzt wurden.

Die Kontrolle ergab nach einem Jahr eine Reduktion der Wanzenpopulation mit 82 %.

Schneider (1968) gibt an, dass er nach mehrmaligen Versuchen keinen Erfolg notieren konnte.

Ein eigener Versuch wurde mit *B. bassiana* im Jahre 1964 im Norden angelegt. Die Kultur des Pilzes (von *Pentatoma rufi-*

pes) wurde von dem Ceneralbureau voor Schimmelcultures in Holland bezogen. Der Versuch ergab keinen sichtbaren Erfolg. Weitere Versuche mit *bassiana* wurden leider aus technischen und anderen Gründen eingestellt.

Literaturverzeichnis

- Altum, B.** 1881. Forstzoologie. III. Insekten. — Berlin.
- Andrejeva, G. J.** 1964. Zur Prüfung von systemischen Giften gegen die Kiefern-rindenwanze. — Lesnoje chosjaistwo 9, 63. (Russisch) Refer. Brammanis, Z. ang. Ent. 62, 40.
- 1966. Die Bekämpfung der Kiefern-rindenwanze mit systemischen Insekticiden. — Lesnoje chosjaistwo 12, 38—41. (Russisch) Refer. Brammanis, Z. ang. Ent. 64, 448.
- Anichkova, P. G.** 1954. Untersuchungen im Forstamt Savalsk, Distr. Voronezh, über Ursachen, die die Zusammensetzung der Kiefern-rindenwanze-Population beeinflussen. — WISRA 6, 177—190. (Russisch)
- 1957. Chemische Behandlung von Kiefern-kulturen gegen die Kiefern-rindenwanze *Aradus cinnamomeus* Panz. — Trudy Inst. Zashch. Rast. 8, 165—171. (Russisch)
- Arnoldi, L. V.** u.a. 1955. Die Schädlinge des Waldes. — Moskau—Leningrad.
- Assmann, A.** 1854. Hemiptera. Verzeichnis der bisher in Schlesien aufgefundenen wanzen-artigen Insekten. — Z. Ent. Breslau, 8, 35.
- Baker, L. (Whiteford).** 1972. Eastern Forest Insects. — Washington.
- Bakke, A.** 1961. Skogsinsekter. Skadeinsekter på skogen i Norge. — Oslo.
- Balachowsky, A. & Mesnil, L.** 1936. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. — Paris.
- Barbey, A.** 1925. Traité d'entomologie forestière à l'usage des sylviculteurs, des reboiseurs, des propriétaires de bois et des biologistes. — Paris.
- Beier-Petersen, B.** 1959. Hauptprobleme der forstlichen Entomologie in Dänemark. — Anz. Schädlingkunde 32, 113—117.
- Brammanis, L.** 1964. Tallbarkstinkflyet en ny skadegörare i Norrland. (Schwedisch mit deutsch. Zusammenf.) — Norrlands Skogsv. Förb. Tidskr. 1, 43—51.
- 1965. Zum schädlichen Auftreten der Kiefern-rindenwanze *Aradus cinnamomeus* Panz. in Schweden. — Z. ang. Ent. 56, 255—262.
- 1968. Über das schädliche Auftreten der Kiefern-rindenwanze *Aradus cinnamomeus* Panz. in Schweden. — Anz. Schädlingkunde 41, 17—19.
- 1969. Om björken och tallbarksflyet. Über die Birke und die Kiefern-rindenwanze (*Aradus cinnamomeus* Panz.) (Heteroptera) (Schwedisch mit deutsch. Zusammenf.) — Sv. Skogsvårdsförb. Tidskr. 5, 481—490.
- 1970. Tallbarkstinkflyet *Aradus cinnamomeus* Panz. Nordiskt Skogsbruk av idag. — 12. Nordiska skogskongr. 350—353. (Vortrag)
- 1973. Die Kiefern-rindenwanze *Aradus cinnamomeus* Panz. (Hemiptera-Heteroptera) — ein wenig bekannter Forstschädling. — Der Forst- u. Holzwirt 28, 62—64.
- Brauns, A.** 1964. Taschenbuch der Waldinsekten. — Stuttgart.
- Bush, M.** 1960. Latvijas kāpu smiltājr un to apmežošana. Aufforstung von Sanddünen in Lettland. — Riga. (Lettisch)
- Büttner, H.** 1961. Der Einfluss von Düngestoffen auf Mortalität und Entwicklung forstlicher Schadinsekten über deren Wirtspflanzen. — Schrift. d. Landesforstv. Baden-Württemberg 11, 1—69.
- Cecconi, G.** 1924. Manuale di Entomologia Forestale. — Padova.
- Cholodkovskij, N. A.** 1929. Kurs entomologii. — Moskau. (Russisch)
- Christiansen, E.** 1970. Insect Pests in Forests of the Nordic Countries 1961—1966. — Norsk ent. Tidskr. 17, 153—158.
- Ciplakova, O. D. & Deruzhkin, R. J.** 1970. Die Kiefern-rindenwanze in den Lärchenkulturen im Gebiet Woronež. — Lesnoj. Journal 5, 15—17. (Russisch)
- Danilov, M. D. & Krasnov, A. A.** 1970. Über toxische Einwirkung der Kiefern-rindenwanze auf die gemeine Kiefer. — Lesnoj. Journal 5, 11—14. (Russisch)
- Doom, D.** 1974. The pine bark-bug *Aradus cinnamomeus*, a common and dangerous pest of Scots pine. — Ned. Bosb. Tijdschr. 46, 18—21. (Holländisch mit engl. Zusammenf.)
- Dufour, L.** 1845. Nouvelle espece d'Aradus. — Ann. Soc. ent. Fr. 3, 225.
- Ebeling, F.** 1972. Norrlandska skogsvårdsfrågor. (3. rev. uppl.) — Stockholm.
- Eckstein, K.** 1904. Die Technik des Forstschutzes gegen Tiere. — Berlin.
- 1905. *Aradus cinnamomeus* Panz. — die Kiefern-rindenwanze. — Z. Forst- u. Jagdwesen 37, 567—576.
- Eidmann, H. H. & Ingestad, T.** 1963. Ernährungszustand, Zuwachs und Insektenbefall

- in einer Kiefernkultur. — Stud. For. Suec. 12, 1—22.
- Elfving, K. O.** 1904. Med. soc. pro Fauna et Flora Fennica. 30, 31—32. (Möte 7 nov. 1903)
- Fallén, C. E.** 1829. Hemiptera Sveciae. — Londini-Gothorum.
- Fieber, F. X.** 1861. Die europäischen Hemiptera (Rhynchota-Heteroptera). — Wien.
- Flor, G.** 1860. Die Rhynchoten Livlands. I. *Rhynchota frontirostria*. (Hemiptera-Heteroptera). — Dorpat.
- Germar, E.** 1837. Fauna insectorum Europae. Hemiptera. — Halae.
- Grimalskij, V. I.** 1969. Die physiologische Resistenz der Kiefer als Prognosegrund für Massenvermehrungen der nadelfressenden Schädlinge. — Zahist roslin, Lief. 8, 118—126.
- 1971. Bedeutung der Bestandesdichte für den Angriff der nadelfressenden Schädlinge. — Lesnoje chosjaistwo 2, 69—72. (Russisch)
- Grimalskij, V. I., Krusjev, L. T. & Malij, L. P.** 1971. Resistance of pine stands against *Acantholyda stellata* Christ. — Lesowedjenje 5, 97—100. (Russian summary)
- Gusev, V. I., Rimskij-Korsakov, M. N. u.a.** 1961. Forstentomologie. — Moskau-Leningrad. (Russisch)
- Hess, R. & Beck, R.** 1914. Der Forstschutz. I. — Berlin.
- Holmbäck, B. & Malmström, C.** 1947. Några markförbättringsförsök på nordsvenska tallhedar. — Medd. Statens Skogsforskningsinst. 36, 1—82.
- Iljinskij, A. I.** 1962. Bestimmungstabelle der Forstschädlinge. — Moskau. (Russisch)
- Jansson, A.** 1930. Förteckning över Ölands, Gotlands, Färöns och Gotska Sandöns Hemiptera-Heteroptera. — Ent. Tidskr. 51, 36—47.
- Jensen-Haarup, A. C.** 1912. Danmarks Fauna. — Kopenhagen.
- Kaltenbach, J. H.** 1874. Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. — Stuttgart.
- Kangas, E.** 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. (Untersuchungen über die in Kiefernpflanzenbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung.) — Comm. Inst. For. Fenn. 24, 1—304.
- 1958. Über die forstzoologischen Probleme in Finnland. — Anz. Schädlingkunde 31, 161—165.
- Kapner, O. T.** 1954. Nadelholzarten.
- Kellog, V. L.** 1905. American insects. — New York.
- Keilbach, R.** 1966. Die tierischen Schädlinge Mitteleuropas. — Jena.
- Kerzhner, I. M. & Yachevskij, T. L.** 1964. Ordnung Hemiptera (Heteroptera). — In: Bej-Bijenko, C. J.: Bestimmungstabellen von Insekten des europäischen Teils der USSR 1, 779. (Russisch)
- Kiritschenko, A. N.** 1913. Insectes hémiptères (Insecta Hemiptera) Dysodiidae et Aradidae. — Faune de la Russie 6, 85—89.
- Koch, R.** 1913. Bestimmung der Insektenschäden an Kiefer und Lärche. — Berlin.
- Koehler, W.** 1968. Biological methods of forest protection. — Warschau.
- Kolomijetz, N. G., Kossinskaja, I. S. & Majer, E. I.** 1971. Feinde des Waldes. — Tomsk. (Russisch)
- Krausse, A.** 1919. Über *Aradus cinnamomeus* Panz. die Kiefernrrindenwanze. — Z. ang. Ent. 5, 134—136.
- Kunkel, H. & Mittler, T. E.** 1971. Einfluss der Ernährung bei Junglarven von *Myzus persicae* (Sulz.) (Aphididae) auf ihre Entwicklung zu Geflügelten oder Ungeflügelten. — Oecologia (Berl.) 8, 110—134.
- Laine, L.** 1968. Ny skadegörare hotar tallen. Tallbarkstinkflyet nu i södra Finland. — Skogsbruket 38, 188—190.
- Leston, D.** 1951. *Aradus cinnamomeus* Panz. (Hem., Aradidae) a Bark-Bug new to Britain. — The Entomologist's Monthly Magazine 87, 285—286.
- Lindberg, H.** 1945. Zur Frage der vertikalen und horizontalen Verbreitung der europäischen Heteropteren. — Notulae Ent. 25, 118—129.
- Lyr, H.** 1967. Über den jahrzeitlichen Verlauf der Schutzkernbildung bei *P. silvestris* nach Verwundungen. — Arch. Forstw. 16, 51—57.
- Lütze, R.** 1967. Die Luftfeuchtigkeit im Walde im Vergleich zur offenen Feldflur. — Arch. Forstw. 16, 629—633.
- Matshet, I. G. & Pashov, N. F.** 1955. Die Anwendung von Hexachlor zur Bekämpfung der Rindenwanze (*Aradus cinnamomeus* Panz.). — Lesnoje chosjaistwo 9, 53. (Russisch) Refer. Brammanis, Z. ang. Ent. 40, 367—368.
- Merker, E.** 1961. Welche Ursachen hat die Schädigung der Insekten durch Düngung im Walde? — Allgem. Forst- u. Jagdztg. 132, 73—82.
- Mirzojan, S. A.** 1958. *Aradus cinnamomeus* (Hemiptera-Heteroptera, Aradidae) in Armenien. — Entomologičeskoe obozrenie 37, 85—87. (Russisch)
- Mokrzecki, Z.** 1923. Report of the Institute of Forest Protection and Entomology at Skiernewice, Poland. — École sup. d'agric. Annuaire 1922—23. Warschau.
- Mokrzecki, Z. & Stravinski, K.** 1925. Report of the Institute of the Forest Protection. (Polnisch)
- Munthe, H., Hede, J. E. & v. Post, L.** 1927. Beskrivning till kartbladet Hemse. — Stockholm.
- Nüsslin, O. & Rhumbler, L.** 1922. Forstinsekten-

- kunde. — Berlin.
- Obozov, A.** 1964. Schädlingbekämpfung in Neulandsgebiet. — *Lesnoje chosjaistwo* 5, 44. (Russisch) Refer. Brammanis, Z. ang. Ent. 64, 112.
- Oldiges, H.** 1959. Der Einfluss der Waldbodendüngung auf das Auftreten von Schadinsekten. — *Z. ang. Ent.* 44, 115—166.
- Ossiannilsson, F.** 1947. *Catalogus insectorum Sueciae*. VII. Hemiptera-Heteroptera. — *Opusc. Ent.* 12, 1—33.
- Overgaard, N. A.** 1968. Insects Associated with the Southern Pine Beetle in Texas, Louisiana and Mississippi. — *J. econ. Ent.* 61, 1197—1201.
- Ozols, G.** 1960. Pests of pine stands on the coastal dunes of the Riga Bay. — *Zool. Jour.* 39, 63—70.
- Padij, N. N.** 1962. Waldbauliche Massnahmen zur Bekämpfung der Kiefernrindewanze in Jungbeständen in der Ukraine. Forstschädlinge und deren Bekämpfung. — *Ukr. Pflanzenschutzinst.* 11, 116—123. (Ukrainisch)
- Padij, N. N., Rudnev, D. F., Rivkin, B. V. & Hramzov, V. N.** 1965. Forstentomologie. — Moskau. (Russisch)
- Panzer, G. W.** 1793. *Fauna insectorum Germanicae*. Initia oder Detuschlands Insecten gesammelt und herausgegeben von Dr. Georg Wolfgang Panzer. Hemiptera. Heteroptera. — Nürnberg.
- Pfeil, W.** 1836. Kritische Blätter für Forst- und Jagdwissenschaft. (Fintelmanns Bemerkung über *Acanthia corticalis* Fabr.) (Rindenwanze) — Leipzig.
- Polozhenzev, P. A.** 1926. Forstschädlinge in der Busulukschen Heide. Distr. Samara. — *Lesovod* 2, 54—59. (Russisch)
- Polozhenzev, P. A. & Zolotov, L. A.** 1969. Die Toxizität des Harzes und des Bastsafes der Kiefer für die Borkenkäfer. — *Lesnoj. Journal* 4, 1—6. (Russisch)
- Polubojarinov, I. I.** 1929. Die Kiefernbestandschädlinge im Revire Arbuschenskij Ljess des Gouv. Uljanov. — *Sammelb. wiss. Forstwirtschaftv. Leningrader Forstinst.* 2, 45—52. (Russisch) Refer. Butovitsch, Z. ang. Ent. 18, 205.
- Pravdin, L. F.** 1968. Man soll Schablonen vermeiden! — *Lesnoje chosjaistwo* 6, 49. (Russisch) Refer. Brammanis, Z. ang. Ent. 67, 111.
- Razumova, V. F.** 1960. Action of the injuries caused by *Aradus cinnamomeus* Panz. on the pine trees. — *Zool. Jour.* 39, 848—857.
- Reh, L.** 1929. Pflanzenschädliche Wanzen (Hem. Heteroptera). — *Z. wissen. Insektenbiol.* 24, 43—49.
- Reuter, O. M.** 1873. Skandinaviens och Finlands Aradider. (Översikt af Kgl. Vet. Akad. förh. 1872. 29, 47—50.
- 1882. Finlands och den Skandinaviska halföns Hemiptera-Heteroptera. — *Ent. Tidskr.* 3, 65—81.
- 1884. De nyaste upptäckterna inom insekternas utvecklingshistoria. — *Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh.* 26, 223.
- 1885. Einiges über paläarktische Aradiden. — *Wiener ent. Z.* 4, 147—151.
- 1909. Charakteristik und Entwicklungsgeschichte der Hemipteren-Fauna (Heteroptera, Auchenorrhynchia und Psyllidae) der paläarktischen Coniferen. — *Acta Soc. Sci. Fenn.* 36, 1—129.
- Ringselle, S.** 1962. Nya skadegörare på ungtaleskog. — *Norrbottnens Natur* 2, 37.
- Rudnev, D. F.** 1962. The Action of the physiological condition of plants upon mass outbreaks of forest pests. — *Zool. Jour.* 61, 313—329. (Russisch mit engl. Zusammenf.)
- 1965. Schutz der Wälder von Schädlingen in der Ukraine. — *Anz. Schädlingkunde* 38, 130—137.
- Rudnev, D. F. & Smeljanez, W. P.** 1966. Die Widerstandsfähigkeit der Krimkiefer gegen Schädlingsbefall. — *Lesnoje chosjaistwo* 5, 23. (Russisch) Refer. Brammanis, Z. ang. Ent. 64, 451—452.
- Saalas, U.** 1949. Suomen metsähyönteiset sekä muut metsälle vahingolliset ja hyödylliset eläimet. — Helsinki.
- Sahlberg, J.** 1881. Enumeratio hemipterorum gymnoceratorum Fennicae. — *Meddel. Soc. pro Fauna et Flora Fennica* 7, 1—109.
- 1920. Enumeratio hemipterorum heteropterorum Faunae Fennicae. — *Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk* 79, 1—227.
- Sajó, K.** 1895. Über Insektenfeinde von *Pinus silvestris* und *P. austriaca*. — *Z. Pflanzenkrankh.* 5, 129—134.
- Schimitschek, E.** 1955. Die Bestimmung von Insektenschäden im Walde nach Schadensbild und Schädling. — Hamburg—Berlin.
- 1962. Über Zusammenhänge zwischen Massenvermehrungen von *Evetria buoliana* und *Diprion sertifer* und dem Boden- sowie Grundwasserverhältnissen. — *Anz. Schädlingkunde* 35, 162—166.
- Schimitschek, E. & Wienke, E.** 1963. Untersuchungen über die Befallsbereitschaft von Baumarten für Sekundärschädlinge. I. Teil. — *Z. ang. Ent.* 51, 219—257.
- Schindler, U.** 1967. Einfluss der Düngung auf Forstinsekten. — Bericht über Kolloquium für Forstdüngung. Jyväskylä/Finnland 321—327.
- 1970. Forstschädlinge in Nordwestdeutschland. (Auftreten 1969 und Bekämpfungserfahrungen sowie Prognose für 1970) — *Der Forst- u. Holzwirt* 25, 170—173.
- 1971. Forstschädlinge in Niedersachsen. (Auftreten 1970 und Bekämpfungserfahrungen sowie Prognose für 1971) — *Der*

- Forst- u. Holzwirt 26, 140—143.
- 1927. Kiefern-rindenwanze, *Aradus cinnamomeus* Pz. Bereisung Dr. Brammanis (Forstliche Hochschule Stockholm, Schweden, gemeinsam mit Lfm. Dr. Schindler, vom 22.—24.8.1972. (Studienreise-Protokoll, stenziliertes Rundschreiben)
- Schnaider, Z.** 1968. Study of *Aradus cinnamomeus* Panz. (Rhynchota, Hemiptera-Heteroptera, Aradidae). (Polnisch mit engl. Zusammenf.) — Prace Inst. Badawc. Lesnic. 356, 92—121.
- Scholz, A.** 1847. Prodrum zu einer Rhynchoten-Fauna von Schlesien. In: Übersicht der Arbeiten und Veränderungen des Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Cultur, im Jahre 1847. — Breslau.
- Schwenke, W.** 1960. Über die Wirkung der Walddüngung auf die Massenvermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini* L.) 1959 in Mittelfranken und die hieraus ableitbaren gradologischen Folgerungen. — Z. ang. Ent. 46, 371—378.
- 1962. Über die Wirkung der Düngung auf phytophage Milben und Insekten. — Med. Landbouwhoges. Gent 27, 817—820.
- Schwenke, W. u.a.** 1972. Die Forstschädlinge Europas. I. — Hamburg—Berlin.
- Schwenke, W. & Schütt, P.** 1973. Situation und Prognose des Forstschädlingbefalles in Bayern 1972/73. — Allgem. Forstzeitschr. 28, 180—181.
- Schwerdtfeger, F.** 1970. Die Waldkrankheiten. 3. Auflage. — Hamburg.
- Smeljanez, W. P. & Chursin, L. A.** 1972. Über das Schutzsystem der Kiefer gegen Befall durch *Aradus cinnamomeus* Panz. (Heter. Arad.) und *Evetria buoliana* Schiff. (Lep. Tortr.) — Anz. Schädlingk. 45, 33—40.
- Smirnov, B. A.** 1954. Mikrobiologische Methode zur Bekämpfung der Rindenwanze (*Aradus cinnamomeus* Panz.). — Lesnoje chosjaistwo 12, 72. (Russisch) Refer. Brammanis, Z. ang. Ent. 40, 358.
- 1954. Mikrobiologische Bekämpfung der Kiefern-rindenwanze. — Biologische Methoden des Forstschutzes. — Woronež. (Russisch)
- Sorauer, P.** 1956. Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. Heteroptera. Homoptera. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. — Berlin.
- Stark, V. N.** 1933. Beitrag zur Kenntnis der *Aradus*-Arten der europäischen Taiga (Hemiptera, Aradidae). — Rev. Ent. USSR. 25, 69—82. (Russisch mit deutsch. Zusammenf.)
- Stefansson, E.** 1964. Försök med tallproveniens i nordsvenska höjdlägen. — Föreningen Skogsförädlings Årsbok 61—84.
- Stopkanj, V. B.** 1956. Verbesserung des Wachstums von Kiefern-kulturen nach Bekämpfung der Rindenwanze mit chemischen Mitteln. — Lesnoje chosjaistwo 10, 48—49. (Russisch) Refer. Brammanis, Z. ang. Ent. 46, 331.
- Stravinski, K.** 1924—25. Historja naturalna Korowca sosnowego, *Aradus cinnamomeus* Panz. (Hemiptera-Heteroptera). I. — Warschau. (Polnisch mit engl. Zusammenf.)
- 1928. Control of Insect with Paradichlorbenzene. — Las Polski 5, 1—11. (Polnisch mit engl. Zusammenf.) (Refer. Rev. Appl. Ent. 17, 58)
- 1950. On the biological dependency of Hemiptera-Heteroptera on trees and shrubs. — Ann. Univ. Marie Curie-Sklodowska 5, 65—83.
- Szwawicz, B.** 1956. Entomologia ogolna. (Polnisch)
- Tamm, C. O.** 1962. Möjligheterna att öka skogsväxten genom markförbättrande åtgärder. — Svenska Skogsv. Fören. Tidskr. 2, 167—179.
- Taurinsh, E. & Ozols, E.** 1957. Bestimmungsbuch der Tiere Lettlands. I. Evertabrata. (Lettisch)
- Thalenhorst, W.** 1969. Deutsche Forstschutz-Literatur 1967—68. III. Abwehrmassnahmen gegen tierische Schädlinge. — Z. Pflanzenkrankh. 76, 679—684.
- 1971. Deutsche Forstschutz-Literatur. 1969—70. II. Insekten und andere Gliedertiere. — Z. Pflanzenkrankh. 78, 703—712.
- Thomson, C. G.** 1862. Skandinavien insekter. — Lund.
- Treskin, P. P. & Prokopov, V. M.** 1960. Erfahrungen bei der Bekämpfung der Kiefern-rindenwanze. — Lesnoje chosjaistwo 7, 37. (Russisch) Refer. Brammanis, Z. ang. Ent. 56, 356.
- Tropin, I. V.** 1949. Die Kiefern-rindenwanze und deren Bekämpfung. — Moskau. (Russisch)
- 1951. Die Nahrungsgewächse und die morphologische Charakteristik der Kiefern-rindenwanze, *Aradus cinnamomeus* Panz. (Hemiptera, Aradidae). — Ent. Rev. 31, 349—359. (Russisch)
- 1958. Bekämpfungsmassnahmen gegen die Kiefern-rindenwanze. — Tech. Anw. Forstschutz 3, 70—85. (Russisch)
- Tullgren, A.** 1929. Kulturväxterna och djurvärlden. — Stockholm.
- Tullgren, A. & Wahlgren, E.** 1922. Svenska insekter. — Stockholm.
- Turchek, F. J.** 1964. Beiträge zur Ökologie der Kiefern-rindenwanze *Aradus cinnamomeus* Panz. (Heteroptera, Aradidae). — Biologia (Bratislava) 19, 762—777.
- 1965. Einiges über die Kiefern-rindenwanze *Aradus cinnamomeus* Panz. (Heteroptera, Aradidae) in der Slowakei. — Z. ang. Ent. 56, 330—337.
- Trägårdh, I.** 1939. Sveriges skogsinsekter. — Stockholm.
- Valenta, V. T.** 1968. Schädlinge des Kiefern-jungholzes in Litauen und deren Bekämpfung

- fung. — Bericht des litauschen forstwiss. Inst. 11—16.
- Wallengren, H. D. S.** 1851. Hemiptera och Lepidoptera. Fauna i nordöstra Skåne. — Översikt Kgl. Vet.akad. Förh. 7, 252—256.
- Voronov, A. I.** 1956. Versuche zur Erforschung der Entomofauna von Kiefernplantagen auf südöstlichen Sandflächen. — Zool. Jour. 35, 855—861.
- 1962. Forstentomologie. — Moskau. (Russisch)
- Voronov, A. I. & Semenkova, I. G.** 1963. Forstschutz. — Moskau. (Russisch)
- Zetterstedt, J. W.** 1828. Fauna insectorum lapponica. — Hammone.

Sammanfattning

Problemställning

Aradus cinnamomeus var under lång tid föga känd som skogsskadeinsekt. Ingående undersökningar påbörjades under 1920-talet i Polen (Stravinski 1925) och senare även i Ryssland. I Västeuropa blev tallbarkstinkflyets skadegörelse uppmärksammas först under senare tid. I Sverige påbörjades omfattande undersökningar över denna insekts betydelse i början av 1960-talet, efter det att man i Norrland observerat ett gruppvist bortdöende av unga hedtallar. Det visade sig så småningom att denna skadegörare är tämligen allmänt utbredd i Sverige. Den föreliggande avhandlingen är ett resultat av författarens fleråriga undersökningar över tallbarkstinkflyets morfologi, levnadssätt och betydelse för skogen såväl i Sverige som utomlands.

Studierna har understötts av Statens Råd för Skogs- och Jordbruksforskning, av fonden för Skogsvetenskaplig forskning och av Nordiskt Kollegium för terrester ekologi, till vilka här framförs ett hjärtligt tack.

Systematisk ställning och historiska data

Tallbarkstinkflyet tillhör ordningen skinnbaggar, *Hemiptera-Heteroptera*, och ingår i familjen *Aradidae* med dess enda släkte *Aradus* Fabr., som i sin tur representeras av ett tjugotal arter i Sverige. De är alla saftsugare och de flesta arterna lever på lövträd, framförallt på björk. *Cinnamomeus* är den enda arten som lever på tall, ibland på lärk, dock ej på andra barrträd.

Djuret beskrevs av Panzer (1793). Hos somliga tidigare författare finns vissa uppgifter om djurets geografiska utbredning. Intressanta är den finska hemipterologen Reuters (1873) uppgifter om att *A. cinnamomeus* var funnen av Paykull på Gotland

och i Uppland. Reuter lämnar samtidigt några uppgifter om *cinnamomeus* förekomst i Finland (1882—1885). Djurets biologi är dock ännu bristfälligt känd och uppgifterna härom är delvis felaktiga, t.ex. om artens förekomst på tallbarr. Anmärkningsvärt är, att denna missuppfattning förekommer så sent som under 1920-talet i den nordiska facklitteraturen. Sålunda upprepar den kände finske entomologen J. Sahlberg (1920) sin tidigare uppfattning om att *A. cinnamomeus* påträffas "sällsynt på barren av *P. silvestris* på sandiga platser i södra och mellersta Finland".

De första uppgifterna rörande *A. cinnamomeus* betydelse för skogen lämnade Fintelmann (1836) i Tyskland. I korthet omnämns arten av Altum (1881) och av några andra av dåtidens författare. Artens skogliga betydelse har närmare belysts av Eckstein (1905). I Tyskland har man senare icke företagit några undersökningar över denna insekts betydelse. Under 1920-talet påbörjade man ingående studier över *A. cinnamomeus* biologi och skadegörelse i Polen, senare även i Sovjetunionen och under sista tiden även i Tjeckoslovakien. I Norden och övriga Europa har *A. cinnamomeus* uppmärksammas som skogsskadeinsekt först under senare tid.

Morfologi

Hos skinnbaggar av släktet *Aradus* är det mest karakteristiska, att bakkroppen icke är helt täckt av vingarna och att ögonen är markant utstående. *A. cinnamomeus* är närmast besläktad med *A. depressus* som lever på lövträd. Hos *depressus* är antennerna betydligt längre än djurets huvud, hos *cinnamomeus* kortare. Från de andra *Aradus*-arterna skiljer sig *cinnamomeus* och *depressus* främst genom längden av antenn-

lederna.

Den förste som beskrev tallbarkstinkflyets morfologi var Eckstein (1905). Detaljerade skildringar över artens utvecklingsstadier har polacken Stravinski (1925), avb. 1 och senare ryssen Tropin (1951) lämnat. Här anges endast de mest karakteristiska kännetecknen. Kroppen är platt och mycket tunn. Huvudets främre del är valsformigt utdragen. På bägge sidor av den utvidgade clypeus finns en inskärning i huvudets sidor och utanför dessa sitter två tandlika, framåtriktade utskott. Ögonen är ovanligt stora, kupiga och svarta. I det valsformiga clypeuspartiet befinner sig djurets suganordning. Denna består av ett kapillärt rör bestående av ombildade mundelar. I utsträckt läge är sugröret mer än tre gånger längre än själva djuret. Röret införs i trädets levande vävnader medan djuret sitter väl gömt under barkfjäll.

Hos *A. cinnamomeus* finns två typer av honor: en bevingad och en med rudimentära vingar. Hanen har endast täckvingar och kan icke flyga. Hanen är smalare och mindre än honan. Alla utvecklingsstadier har välutvecklade ben. Ägget är ovalt och vitt men blir före kläckningen högrött. Larven liknar imagon. Storleken är beroende av stadiet. Man kan urskilja 5 larvstadier (avb. 3—9). En nykläckt larv är 1,20—1,25 mm lång och röd. De äldre stadierna är brunaktiga.

Biologi och ekologi

Tallbarkstinkflyet livnär sig av tallsaven och angriper främst yngre träd. Såväl vuxna som larven suger sav. Främst angrips basten och kambiet. Aktiviteten börjar tidigt på våren och slutar på senhösten. Stinkflyet övervintrar dels under barken vid stambasen, dels i markbetäckningen kring stammen (Norrländ). Parningen sker på våren och under denna tid är de annars tröga djuren mycket rörliga (avb. 10).

En hona lägger ett tjugotal ägg. Äggen placeras i stamsprickor och under barkflagor. Den embryonala utvecklingen varar ca tre veckor. Larven ömsar hud tre gånger under den första sommaren, i Norrländ

en—två gånger. Larverna övervintrar på samma sätt som imagines. Efter övervintringen är larverna aktiva lika tidigt som de vuxna djuren. Savsugningen pågår hela sommaren och särskilt intensivt efter fjärde hudömsningen. Utvecklingen avslutas med den sista (5:e) hudömsningen och på sensommaren det andra året består populationen nästan uteslutande av fullvuxna individer. De blir könsmoga efter övervintringen. Utveckling från ägg till ägg tar sålunda två år, i Norrländ tre år. Vid tvåårig utveckling sker övervintringen en gång i larvstadiet, en gång som imago. Detta är en konstant företeelse och påminner i viss mån om "flygår" hos vissa insekter. Vid treårig utveckling övervintrar larverna två gånger (tab. 1—2). Av undersökningar i Norrländ framgår, att största antalet imagines och larver övervintrar i markbetäckningen inom en radie av 25 cm från stammen (avb. 13, 14). I södra Sverige övervintrar de flesta individerna under barken vid stambasen och en mindre del till en höjd av 50 cm. På Öland påträffades övervintrande stinkflyn t.o.m. så högt upp som 75 cm ovan marken.

Av undersökningar framgår, att den under olika årstider skiftande populationssammansättningen kan ge underlag för prognoser om förestående "flygår", som har betydelse för vidtagande av bekämpningsåtgärder. Förutom på *Pinus sylvestris* är *A. cinnamomeus* konstaterad på flera andra *Pinus*-arter. Tallarterna *P. strobus*, *P. contorta* och *P. nigra (austriaca)* som har jämn bark angrips icke eller endast sporadiskt.

Stinkflyet invaderar tallarna när stammen får skorp bark och djuret kan få skydd i sprickor. I södra Sverige angrips ej sällan 5—6-åriga tallar, i Norrländ 10—15 år gamla.

Tallbarkstinkflyet är en xerofil insekt och tycker om ljus och värme och trivs icke i skuggig och fuktig miljö. Djuret lever icke i blandbestånd och skogspartier med risig buskvegetation. Mest hemsöks glesa tallför-yngningar på hedartade marker. Torra sedimentheter med torftig markvegetation uppfyller stinkflyets ekologiska krav och bereder arten de mest gynnsamma utvecklingsförhållandena. *A. cinnamomeus* förekom-

mer ej sällan på tallar som växer på grunda marker med ytlig berggrund, vilket är karaktéristiskt för Skandinavien. Tallbarkstinkflyet lever i större eller mindre antal på de flesta ställen där enstaka tallar växer på hållmark och på ett tunt jordlager mellan klippor. Mycket vanligt är starka förekomster i skärgården (även på Åland).

Det tröga tallbarkstinkflyet är ett stationärt djur som i generationer ynglar och livnär sig på samma tall, så länge trädet är i stånd att försörja stinkflypopulationen med cellsaft. Utvandringen från äldre härdar till nya "betesmarker" sker successivt och obemärkt. Spridningen till nya yngelplatser sker med hjälp av bevingade honor. Vanligen utgör denna typ av honor endast 1,5—2 % av hela stinkflypopulationen. Av egna och utländska iakttagelser framgår, att antalet bevingade honor beror på tillgången på näring. Vid näringsbrist blir deras antal större (analogt med bladlöss).

Stinkflyn förflyttar sig annars endast i nödfall på marken från ett träd till ett annat, och detta sker när trädet tynar bort.

Hur ljus och värme påverkar tallbarkstinkflyet har undersökts genom inventering av stinkflypopulationen dels i mitten av en tät talldunge, dels efter dess södra kant, samt utanför detta skogsparti på en röjd tallföryngring av samma ålder. Det visade sig att populationen i den orörda talldungen var flera gånger mindre än på de exponerade tallarna (tab. 5). Av populationsmätningen framgick, att antalet bevingade honor var betydligt mindre i skuggigt läge än på öppna ställen.

Stinkflypopulationens fördelning på stammen har undersökts genom analys av 10 tallar på en hårt angripen 35—40 år gammal självföryngring i Norrland. Varje provstam indelades från basen till toppen i 25 cm långa sektioner. Populationens täthet beräknades per dm² mantelyta på varje sektion. Den största tätheten har fastställts på medelsektionerna med kulminering omkring en meter ovan mark och med en stamdiameter av 5,4 cm. En markant minskning av populationen har konstaterats vid gränsen mellan skorp- och spegelbark. På sektionerna med ren spegelbark och på toppen hitta-

des inga stinkflyn. Vid stambasen uppgick antalet individer i medeltal till 9,8 % av hela populationen. Av undersökningarna framgick vidare att trädets höjd icke är avgörande för populationens storlek (jfr provtallarna I, II och IX, X, tab. 6).

Skadegörelse

Tallbarkstinkflyet suger cellsaft ur tallens livsviktiga vävnader. Tack vare sugrörets stora räckvidd kan djuret förutom i basten och kambiet även tränga in i djupare liggande vävnader. Utsugningen av cellsaften deformerar och förstör trädets ledningsbanor (avb. 15, 16). Dessa kan icke fullgöra sina funktioner och trädets livskraft minskar. Utsugna vävnader avtecknas på bastsidan och i veden i form av fläckar av olika storlek (avb. 17). På tvärsnitt av stammen syns skadorna i och mellan årsringarna som bruna strimmor bestående av porösa sårvävnader (avb. 18, 19).

Första symptomet på angrepp är stagnerad tillväxt, korta, glesa och icke friskt gröna barr. Vid fortsatt hårt angrepp stannar tillväxten helt, och topparna tynar bort (avb. 32). Ej sällan bildas nekroser fyllda med kåda under barken. Så småningom uppstår sprickor i barken, vilka därefter förvandlas till öppna sår som påminner om kräftskador (avb. 21, 22).

Sugverksamhetens toxiska verkningar

Det är mycket sannolikt att tallbarkstinkflyet i likhet med flera andra fytofaga djur utsöndrar ett sekret ur spottkörtlarna som inverkar irriterande på tallens vävnader. De ryska forskarna Danilov och Krasnov (1970) har experimentellt påvisat att extrakt framställt ur sönderrivna stinkflyn hämmar tallens tillväxt.

Förutsättningar för ett skadligt uppträdande

Tallbarkstinkflyet behöver för sin existens ljus, värme och torrt läge. Dessa ekologiska betingelser finner djuret på glest bevuxna hedartade marker. På dylika lokaler är tallen vanligen det enda trädslaget. I bland-

bestånd förekommer stinkflyet icke eller ytterst sparsamt. Djuret är mycket känsligt för fuktighet och undviker skuggigt läge. Flertalet stinkflyn påträffas vanligen på de exponerade stampartierna. Betydelsen av beståndets täthet för stinkflyets uppträdande har undersökts såväl i Sverige som i utlandet. I täta tallföryngringar är populationen flera gånger mindre än på friställda tallar. Enligt utländska och egna iakttagelser är antalet bevingade honor betydligt mindre på tallar i beskuggat läge än på öppna ställen. Förf. har hittat de flesta bevingade honorna på friska unga tallar (10 år gamla).

Tallbarkstinkflyets preferens för ljus har en mycket stor skoglig betydelse. Glest bevuxen tallmark utgör gynnsamma förutsättningar för uppkomst av stinkflyhärdar. Täta, slutna tallplanteringar och självföryngringar är det bästa skyddet mot en stinkflyinvasion. Luckor i planteringar kan utgöra spridningshärdar. Stinkflyets invandring i tallkulturer kan underlättas av flera sammanverkande faktorer t.ex. svampsjukdomar, insekt- och viltskador. I södra Sverige uppstår ofta luckor i tallkulturer som följd av kaninernas verksamhet. Det har även visat sig att älgarnas "gallringar och kvistningar" av ung tallskog kan gynna tallbarkstinkflyets uppträdande. Mest främjas stinkflyets massförekomst av schablonartade, tidiga rönjningar. I Norrland utgörs omfattande skogsarealer av stora, glest bevuxna ytor som uppstått efter avverkning av gammal skog (avb. 26). Tallbarkstinkflyet levde antagligen redan för länge sedan på de nordiska hedtallarna dock obemärkt och utan att förorsaka skador. Den förändrade skogsstrukturen har haft en positiv inverkan på djurets existens och dess spridning.

Hårda rönjningar av självföryngringar på tallhedar (skarp ristyp) degenererar och uttorkar marken och förbättrar ännu mer tallbarkstinkflyets och andra insekters levnadsvillkor.

Röjda tallar som kvarligger på marken och som redan före rönjningen angripits, kan bidra till ökning av populationen på de kvarstående tallarna. Stinkflyna lämnar så småningom de röjda träden och förflyttar sig till närmast stående tallar. Unga larver (L. I—

III) har ingen förmåga att migrera och dör.

I Norrland finns inom tallbarkstinkflyets utbredningsområde flera tallhedarealer där ingen stinkflyförekomst konstaterats trots skenbart gynnsamma ekologiska förutsättningar, t.ex. på tallhedarna efter Piteälven i Moskosel och i trakten av Byskeälvens nedre lopp. Man kan förmoda att orsaken är frostläge.

En mycket sparsam förekomst har observerats i mellersta Norrland i rena, slutna, unga tallbestånd på friska, sandiga marker. Karakteristiskt för dessa tallhedar är en mycket riklig, frodvuxen självföryngring som förhindrar stinkflyets invadering.

Tallens mottaglighet för angrepp

Att tallbarkstinkflyet förekommer talrikast på tallar som växer på lätta marker gav anledning till misstanken att denna skadegörare endast angriper fysiologiskt försvagade träd. De nyaste rönen bevisar dock att tallbarkstinkflyet kan leva på fullkomligt friska, frodvuxna tallar. Mycket värdefulla bevis gav Rasumova (1960) genom försök med artificiella angrepp på friska träd. Egna undersökningar har i samma syfte utförts i Norrland med hjälp av speciellt konstruerade fältinsektarier med inhägnade friska, välväxande tallar, på vilka ett visst antal stinkflyn släpptes (avb. 27). Redan efter två år syntes talrika sugår på de angripna stammarna och t.o.m. nekroser. I årsringarna började patologiska vävnader bildas. Tillväxten hade avsevärt minskats. Att tallbarkstinkflyet icke enbart kan existera på friska träd utan att den är i stånd att producera flera generationer avkomma, har bevisats genom fleråriga artificiella försök även i andra landsdelar (Östergötland och Siljansfors, Dalarna).

Som en xerofil insekt hemsöker tallbarkstinkflyet mestadels torra skogskanter, söderslutningar och liknande väl exponerade områden. Tack vare gynnsamma utvecklingsförhållanden kan stinkflypopulationen vara mycket hög, och då tallarna på dylika lokaler ej sällan visar nedsatt växtlighet, har tanken uppstått att stinkflyet angriper enbart försvagade tallar på magra marker.

Flera forskare anser att träden blir angripna av insekter därför att de icke är tillräckligt försedda med försvarsämnen (Rudnev 1962, 1965, Grimalskij 1969). Hos tallen verkar eteriska oljor och kåda toxiskt på insekter. Vid torka, dåliga växlighetsförhållanden blir koncentrationen av försvarsämnen nedsatt. Rudnev och Grimalskij studerade verkningarna av försvarsämnen endast på barrätande insekter, men Rudnev påstår att tallens skyddsanordningar påverkar även tallbarkstinkflyet.

Det råder inget tvivel om, att den biokemiska sammansättningen och dess förändringar påverkar även tallbarkstinkflyets existens och näringsupptagning. Ett sammanhang mellan cellsaftens beskaffenhet och insekternas uppträdande är ännu ytterst litet utforskat, särskilt rörande sugande insekter. Enligt några egna iakttagelser verkar större kvävehalt repellerande på tallbarkstinkflyet.

Schwenke (1962) och Schimitschek (1962) fastställde att vattenbrist resulterar i en högre sockerhalt i barren. Man kan förmoda att socker har en viss betydelse även för stinkflyets näringsupptagande.

Tallens motståndskraft mot angrepp beror i första hand på trädets ålder. Ju yngre tallarna är, ju svårare övervinna de angreppet. Förf. har på Öland (Böda) följt hur en 8-årig tallplantering totalt invaderades under loppet av endast två stinkflygenerationer (i medeltal mer än 150 individer på en litet mer än 1 m hög planta).

Det har redan påpekats hur stor betydelse plantförbandet har för stinkflyets uppträdande. Väl skötta, slutna kulturer skyddar tallarna mot invadering, glesa och för tidigt röjda föryngringar gynnar bildandet av stinkflyhärdar. Enligt gällande föreskrifter skall man på bättre marker plantera 2 400—3 000 tallar per ha, på sämre ståndorter icke mer än 2 000—2 400 tallar. För Norrland är motsvarande normer 1 800—2 200 och 1 400—1 900 tallplanter per ha. Efter röjningar skall antalet träd på sämre marker reduceras till 2 200—1 700 tallar per ha och i Norrland till 1 900—1 400 tallar. (Lönsammare skog, Skogsstyrelsen 1971, Skogsvårshandbok, Domänv. 1972.) Tallföryngringar

på "dåliga" marker visar den minsta motståndskraften mot angrepp och kan därför icke klara invaderingen.

De anförda förbandsnormerna bereder på rena tallmarker skadegöraren bästa möjliga levnadsbetingelser

Glest friställda ungträd kan trots rikligt med sidogrenar icke bilda slutna bestånd. Ett visst skydd och skugga ger björken om den icke utrotas, vilket vanligen sker på rena tallmarker. I Tyskland, där man använder mycket täta förband, uppträder tallbarkstinkflyet icke som allvarlig skadegörare, trots att levnadsbetingelserna där torde vara betydligt gynnsammare än i Skandinavien. I Sovjetunionen planterar man särskilt tätt som förebyggande åtgärd på magra marker för att kulturerna så fort som möjligt blir slutna utan luckor.

Man har gjort flera saneringsförsök för att klarlägga efterverkningar av stinkflyets sugverksamhet på trädets växlighet. Förf. "befriade" en mycket hårt angripen 22 år gammal tallplantering på Öland genom att bespruta stammarna med 2 % Rotoxol. Effekten blev 100 %. Trots att det på den obehandlade tallkulturen under samma och följande tre år fanns talrika stinkfly, hittades under samma tid inga som helst vuxna stinkfly eller deras avkomma på de sanerade tallarna.

Mätningar av tillväxten under tre år före och efter saneringen såväl på de behandlade och obehandlade tallarna gav en markant skillnad i tillväxten hos de sanerade och icke sanerade tallkulturerna (årlig tillväxt i längden hos behandlade tallarna i genomsnitt 7 cm, hos obehandlade 0,6 cm). Avb. 29—33. Detta försök visade tydligt angreppets efterverkningar och skadegörarnas skogliga betydelse.

Populations-dynamiska undersökningar

Ortsbeskrivning

Undersökningarna har utförts i övre Norrland (lat. 66°52') på ett omfattande hedområde efter Linaälven (Ruuttitrova, Gälli-

vare sn). Heden var bevuxen med utglesad och av stinkflyet hemsökt 35—40 år gammal självföryngring av tall som uppkom efter trakhuggning. (Under 40-talet hade några markförbättringsförsök utförts på lokalen (Holmbäck och Malmström 1947).)

Metodik och resultat

En del av undersökningarna utfördes med hjälp av limringar. Försöket varade i tre år och omfattade varje år 24 tallar. Populationens sammansättning och förändring i täthet är sammanställd i avb. 33. Detta försök kompletterades genom inventering av populationen med hjälp av taxeringslinjer och utlagda provytor. Undersökningsområdet omfattade nära 50 ha. Dessa populationsundersökningar varade 4 år och resultaten är sammandragna i tab. 7.

Förutom undersökningarna av 35—40 år gamla tallföryngringar har även populationen på 15—20 år gammal självsädd granskats på samma sätt. Det visade sig att angreppet på de yngre tallarna var i jämförelse med deras tjocklek större än på de äldre träden (tab. 8).

Undersökning av större luckor i gamla tallbestånd gav underlag till fastställande av tallbarkstinkflyets spridning vilken utgår från angripna dungar som lämnats kvar efter avverkningar.

Ortsuppgifter över tallbarkstinkflyets skadliga uppträdande i Sverige

Förf. har försökt kartlägga stinkflyets förekomst i Sverige där dess uppträdande vållar besvär inom skogsföryngringen. Uppgifterna grundar sig enbart på personliga iakttagelser och kan därför icke anses vara fullständiga (avb. 36). De mest omfattande härdarna finns i Norrland på sedimenthedar. Mycket talrika förekomster har även observerats i andra landsdelar, särskilt på Gotland och Öland.

Tallproveniensenens betydelse

Frågan har hittills icke berörts i facklitteraturen. Vid undersökning av några äldre pro-

veniensförsök på Öland har endast med ett undantag icke konstaterats att försöksträden där någon gång skulle ha angripits. Vid undersökning av ett försök 1941 på Gotland (Hejde) visade det sig att ingen av de kvarstående tallarna från 11 provenienser har undgått att bli härjad av stinkflyet.

Parasiter, predatorer och sjukdomar

Uppgifterna härom är mycket bristfälliga. Av parasiter är endast stekeln *Microphanus discolor* känd. Denna angriper stinkflyets ägg. Av fiender omnämns mest *Rhaphidia* i litteraturen. Dessa sländor är även i Sverige mycket allmänna på tallar angripna av stinkflyet. Av fåglar torde enligt utländska uppgifter hackspetten och nötväskan flitigt fånga stinkflyn. Av sjukdomar är parasitsvampen *Beauveria bassiana* den mest betydelsefulla.

Bekämpning

De viktigaste förebyggande åtgärderna är täta planteringar på tallmarker så att kulturerna så tidigt som möjligt blir slutna och utan luckor. Detta gäller områden där fara finns för stinkflyinvasion. Inga tidiga schablonröjningar i rena tallföryngringar. Björken får icke utrotas i tallföryngringar. Vid avverkning av tallskog på hedmark i Norrland får talldungar i luckor ej lämnas kvar orörda då dessa vanligen bildar stinkflyhärdar. Av flera försök framgår att gödsling med kväve har en negativ inverkan på tallbarkstinkflyet och är därför användbar för att förebygga eller eliminera djurets skadliga uppträdande. Vid en direkt bekämpning kan man få tillfredsställande resultat med Lindan och med systemiska insekticider.

Försök har gjorts att på biologisk väg bekämpa tallbarkstinkflyet med parasitsvampen *Beauveria bassiana*.